PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000241782 A

(43) Date of publication of application: 08.09.00

(51) Int. CI

G02F 1/11 H04B 10/02

(21) Application number: 11042082

(22) Date of filing: 19.02.99

(71) Applicant:

FUJITSU LTD

(72) Inventor:

KAI TAKETAKA ONAKA HIROSHI SAITO YOSHIHIRO KUBODERA KAZUMASA

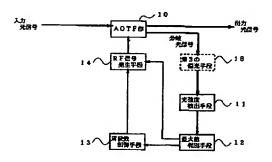
(54) VARIABLE WAVELENGTH SELECTIVE FILTER AND BRANCHING/ INSERTING DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To select an optical signal of a desired wavelength even in the case of a temp. change and a secular change, etc.

SOLUTION: Relating to this device, the light intensity of the optical signal branched is detected by an acoustooptical tunable filter(AOTF) part 10 to be outputted while changing a frequency of an RF signal generated by an RF signal generation means 14 by a maximum value discrimination means 12. The maximum value discrimination means 12 discriminates a maximum value for the optical signal of the prescribed wavelength from the detection value. A frequency control means 13 applies the frequency of the RF signal imparting the maximum value to the AOTF part 10. Thus, the optical signal of the desired wavelength is branched/inserted precisely.

COPYRIGHT: (C)2000, JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

[特許哲状の 福田]

(P2000-241782A) (43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8) 特開2000-241782

ティコード (お先) 5K002 2H079 Þ 502 171 9/00 G 0 2 F H04B 微別記号 502 10/05 <u>=</u> (51) Int. C1.7 H 0 4 B GOZF

种奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1 最終質に続く 种农川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1 (外1名) (全35頁) 笛士通株式会社内 母 富士通株式会社内 벖 富土通株式会社 弁理士 古谷 甲斐 雄高 100072718 000005223 尾中 鬼 (71)出版人 (72)発明者 (74) 休理人 (72) 発明者 О 帯査耐水 未開水 間水項の数20 平成11年2月19日(1999.2.19) 特顏平11-42082 (21) 出版番号 (22) 出版日

(54) 【発明の名称】可変被長週択フィルタおよび分岐・挿入装置

(67) [政約]

も所留の改長の光信号を選択することができる可変改長 **徴択フィルタおよびこの可変被長選択フィルタを使用し** 【限四】 本発明は、温度変化や経年変化などのよって た分岐・仰入装置を提供することを目的とする。

【解決年段】 本発明における可変故長週択フィルタお **型は、RF信号発生手段14によって発生するRF信号** 質を光検出手段11によって検出する。 最大値判別手段 値を判別する。周波数制御手段13は、この最大値を与 よびこの可変数要選択フィルタを使用した分岐・挿入装 の周波数を吸大値判別手段12によって変えながら、A OTF部10によって分岐して出力される光信号の光強 12は、この検出値から所定被及の光信号に対する最大 えるRF信号の周波数をAOTF部10に印加する。こ れによって、正确に所図の故長の光信号を分岐・挿入す ることができる。

開水道1, 2, 3, 8, 10年記載の発用の取扱機関 人力大學

光を回転させることで任意の波長の光を選択し第1の出 カとし、他の彼長の光は第2の出力とする可変被長週択 と、前配RF信号を印加された第1の光導被路と第2の で第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 加するRF信号の函数数に応じて特定数長の光信号の編 【開水項1】 光入力をTMモード光とTEモード光と に分岐する第1の編光手段と、分岐したTMモード光を 尊故する第1の光導被路とTEモード光を導放する第2 光導被路とからの光信号を合故し光の偏光状態に対応し の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段

前配可変波長選択フィルタからの出力の光強度を検出す 前記RF信号を発生するRF信号発生手段と、

フィルタにおいて、

前配RF債号発生手段により発生する前配RF偕号の周 受信して所定改長の光信号に対する前記光強度の最大値 被数を変えながら前配光強度検出手段から前配光強度を を判別する及大位判別手段と、 る光油度検出手段と、

前配及大値判別手段によって判別された光強度の及大値 を与える周波数のRF信号を発生するように前配RF信 号発生手段を制御する周波数制御手段とを備えることを 特徴とする可変波長避択フィルタ。

は故長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続

定改長の光信号に対する前記光強度の第1の最大値を判 前配及大値判別手段は、前配RF信号発生手段により発 ながら前記光強度検出手段から前記光強度を受信して所 別し、さらに、眩뙤1の最大値を与える前配RF倡号の 周波数の前後の周波数範囲において前配RF信号の周波 数を前記第1の周波数周隔より狭い第2の周波数周隔で 変えながら前配光強度検出手段から前配光強度を受信し て前配所定被長の光信号に対する前配光強度の第2の段 大値を判別する扱大値判別手段であることを特徴とする 生する前記RF信号の周波数を第1の周波数田隔で変え

【請求項3】 請求項1に配做の可変被長週択フィルタ 可変被長選択フィルタ。 において、

前配特定波長の光信号を変更する度に、前配周波数制御 手段は、前配特定波長の光信号における光強度が最大値 となるように前記RF信号の周波数を制御することを特 散とする可変故長遡択フィルタ。

て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を と、前配RF信号を印加された第1の光導被路と第2の 【開欢項4】 光入力をTMモード光とTEモード光と 尊故する第1の光導被略とTEモード光を導放する第2 光導波路とからの光信号を合改し光の偏光状態に対応し の光導波路とにRF倡号を印加するRF倡号印加手段

3

加するRF信号の国波数に応じて特定波長の光信号の個 光を回転させることで任意の被長の光を選択し第1の出 カとし、他の被長の光は第2の出力とする可変被長避択

前配RF信号を発生するRF信号発生手段と、

前記可変波及選択フィルタの散光入力側に接続され、眩 光入力内の光信号の故長を除いた故長であって財故長数 が既知である基準信号を前配光入力に抑入する基準信号 抑入手段と、 前記可変波長選択フィルタから出力される前配基準信号 前配RF偕母発生年段によって発生する前配RF倡母の を検出する基準信号検出手段と 9

周波数を変えながら前配基準債号検出手段が前配基準債 **号を検出した場合における前配RF信号の周波数と前配** 基準信号の波長数とに基ろいて前配可変波長選択フィル タに入力される光信号の被長数とRF信号の周波数との 関係を質算する周波数質算手段とを備え、

所定被長の光信号を選択するために前配周波数領算手段 によって位算されたRF伯母の周波数を印加することを 特徴とする可変徴長週択フィルタ。

ន

前配基準信号の波長数は、前配光信号を伝送する波及帯 において、

域の端の波長数であることを特徴とする可変波長遊択フ 光入力をTMモード光とTEモード光と に分岐する第1の個光手段と、分岐したTMモード光を **導波する第1の光導被略とTEモード光を導放する第2** [群水斑6] 1114

の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段

と、前配RF債号を印加された第1の光導被路と第2の て第1と第2の出力とする第2の個光手段とを備え、印 光を回転させることで任意の被長の光を避択し第1の出 光導波路とからの光信号を合故し光の偏光状態に対応し 加するRF信号の国波数に応じて特定波長の光信号の偏 カとし、他の彼長の光は第2の出力とする可変被長週択 フィルタにおいて、 ೫

前記可変波長選択フィルタの駿光入力側に接続され、骸 光入力内の光信号を含む波長帯域を増幅する光増幅器

前配RF伯号を発生するRF偕号発生手段と、 \$

前配可変波長選択フィルタの出力側に接続され、前配可 変徴長型択フィルタから出力される光信号の波長と版波 段における光強度とを監視するスペクトルモニタと、

前配光均幅器で発生したASE内の特定放長の個光を回 転させる既知の周波数の前配RF信号を発生させ、前配 スペクトルモニタからのASEの放長を検出する故長判 前配被長判別手段によって判別されたASEの被長と前 配院知の周波数とに払ろいて付配可変波及避択フィルタ によって抑入および分岐される光信号の波長数とRF信

特開2000-241782

号の周波数との関係を演算する周波数演算手段とを備

所定波長の光倡号を挿入および分岐するために前配周波 数資菓手段によって演算されたRF信号の周波数を印加 することを特徴とする可変故長選択フィルタ。

[請求項7] 印加するRF信号の周波数に応じて特定 故長の光信号を選択する可変故長選択フィルタにおい 前記可変波長選択フィルタに印加する前記RF信号を発 生するRF倡号発生手段と、 前記可変波長選択フィルタから出力される光信号の波長 と該波長における光強度とを監視するスペクトルモニタ

れる彼長数と前配RF信号の周波数とに基づいて前記可 変波長選択フィルタによって選択される光信号の波長数 とRF信号の周波数との関係を演算する周波数演算手段 前記RF信号発生手段によって発生するRF信号の周波 数を監視するとともに前記スペクトルモニタから出力さ

所定被長の光信号を選択するために前配周波数演算手段 によって領算されたRF信号の周波数を印加することを 特徴とする可変故長選択フィルタ

【請求項8】 入力をTMモード光とTEモード光とに 分岐する第1の偏光手段と、

前記第1の偏光手段によって分岐したTMモード光を導 波する第1の光導波路に第1のRF信号を印加する第1 のRF信号印加手段と、

前記第1の偏光手段によって分岐したTEモード光を導 波する第2の光導被路に第2のRF信号を印加する第2

からの光信号を合波するとともに光の偏光状態に対応し 前記第2のRF信号を印加された前記第2の光導被路と て第1と第2の出力に分岐する第2の偏光手段とを備え 前記第1のRF信号を印加された前記第1の光導波路と のRF信号印加手段と、

前記第1のRF信号の周波数および前記第2のRF信号 し、他の故長の光は第2の出力として出力する可変故長 の周波数とに応じた特定被長の光信号を第1の出力と **選択フィルタ。** [開水項9] 請求項1に記載の可変数長選択フィルタ

40

前記RF信号印加手段は、前記第1の偏光手段によって **信号印加手段と前記第1の偏光手段によって分岐したT** Eモード光にRF信号を印加する第2のRF信号印加手 分岐したTMモード光にRF信号を印加する第1のRF 段との2つのRF信号印加手段であり、

前記RF信号発生手段は、前記第1のRF信号印加手段 と前記第2のRF信号印加手段とに異なる周波数のRF **信号を供給するRF信号発生手段であることを特徴とす**

る可変被長週択フィルタ。

請水項9に記載の可変波長選択フィル [請求項10]

前記可変被長選択フィルタにより選択して出力される光 信号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第3の **温光手段をさらに備え、**

れるTMモード光の光強度を検出する第1の光強度検出 手段と前記第3の偏光分岐手段から出力されるTEモー ド光の光強度を検出する第2の光強度検出手段との2つ の光強度検出手段であることを特徴とする可変被長選択 前記光強度検出手段は、前記第3の偏光手段から出力さ

[請求項11] 請求項1、4、6、7、8のいずれか 1項に記載の可変波長選択フィルタにおいて、

前配可変波長選択フィルタから出力される光信号から前 が最大値に維持されるように前記RF信号発生手段を制 **申するトラッキング手段とをさらに備えることを特徴と** 記低周波信号を検出して前記所定波長の光信号の光強度 前記R F 信号に低周波信号を重畳する重畳手段と、 する可変波長選択フィルタ。

[請求項12] 請求項11に記載の可変波長選択フィ ルタであり、

多重方式の光信号間隔に対応するRF信号の周波数の範 **前記トラッキング手段によって制御される前記RF信号** 発生手段が発生するRF信号の周波数は、前記被長分割 田内で変化することを特徴とする可変波長選択フィル [請求項13] 請求項1、4、6、7、8のいずれか |項に記載の可変波長選択フィルタは同一基板上に複数 形成され、

る温度制御手段を有することを特徴とする可変波長選択 複数の前記可変波長選択フィルタの温度を同一に制御す

[請求項14] 請求項1、4、6、7、8のいずれか 「項に記載の可変波長選択フィルタにおいて、 71149

F信号発生手段を制御するとともに、前配RF信号発生 前記最大値判別手段によって判別された光強度の最大値 を与える周波数の前記RF信号を発生するように前記R 手段により発生する前配RF信号の出力強度を変えなが ら前記光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出 して核所定波長の光信号に対する前記光強度の最大値を 判別する強度最大値判別手段とをさらに備え、

前記周波数制御手段は、前記最大値判別手段によって判 別された光強度の最大値を与える周波数と前記強度最大 値判別手段によって判別された光強度の最大値を与える 出力強度との前記RF信号を発生するように前記RF信 号発生手段を制御することを特徴とする可変波長選択フ 1114.

光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 波数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する可変 [請求項15] 被長分割多重方式の光信号を伝送する

皮長選択フィルタと、前記可変波長選択フィルタに印加 する前記RF信号を発生するRF信号発生手段と、前記 可変波長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処 理する受信処理手段と、前記可変故長選択フィルタに権 入する光信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐 ・挿入装置において、 前記可変波長選択フィルタは、n個の光信号を分岐また (n+1) 個であることを特 前記RF信号発生手段は、 は挿入することができ、

像とする分岐・挿入装置。

可変波長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変波 借号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装 [請求項16] 被長分割多重方式の光信号を伝送する 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 故数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1 イルタによって分岐した光信号の中から所定波長の光信 号を選択する第2の可変故長選択フィルタを備えるとと もに眩第2の可変故長選択フィルタによって選択された 複数の波長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の 長選択フィルタによって選択された前記所定被長の光を 変調して前記第1の可変波長選択フィルタに挿入する光 の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変波長選択フ 前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 置において、

前配第1ないし第3の可変被長選択フィルタのうち少な 頃に記載の可変波長選択フィルタであることを特徴とす くとも1つは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1 る分岐・挿入装置。

変調して前記第1の可変波長選択フィルタに挿入する光 **化伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周** 信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装 波長分割多重方式の光信号を伝送する 複数の被長を持つ光から所定被長の光を選択する第3の 可変波長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変故 **被数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1** の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変被長選択フ 号を選択する第2の可変波長選択フィルタを備えるとと もに該第2の可変波長選択フィルタによって選択された 長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光を イルタによって分岐した光信号の中から所定故長の光信 前記所定故長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 [請求項17] 置において、

6、7、8のいずれか1項に記載の可変波長選択フィル タであって散請求項1、4、6、7、8の可変故長選択 フィルタを複数個縦続に接続したことを特徴とする分岐 前配第1の可変被長選択フィルタは、請求項1、4、

【請求項18】 請求項1または請求項2に記載の可変 **牧長選択フィルタと、** ۲.

分岐・挿入する分岐・挿入 (Optical Add/Drop Multipl

20

変化する前記RF信号の周波数と該周波数に対する前記

光強度検出手段によって検出された光強度とを記憶する 記憶手段とからなるスペクトルモニタ。

【請求項19】 請求項18に記載のスペクトルモニタ 前配送出すべき光信号を出力する出力側に接続されると において、

ともに該光信号を遮断する遮断手段をさらに備えること を特徴とするスペクトルモニタ。

の可変被長選択フィルタと、前記第1の可変被長選択フ 借号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装 【請求項20】 波長分割多重方式の光信号を伝送する 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 故数に応じて特定故長の光信号を分岐及び挿入する第1 イルタによって分岐した光信号の中から所定改長の光信 号を選択する第2の可変故長選択フィルタを備えるとと もに該第2の可変被長選択フィルタによって選択された 複数の波長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の 可変被長蹬択フィルタを備えるとともに眩第3の可変故 長選択フィルタによって選択された前配所定改長の光を 変調して前記第1の可変波長選択フィルタに挿入する光 前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 ន

前記第1ないし第3の可変被長選択フィルタのうち少な くとも1つは、請求項18または請求項19に記載のス ペクトルモニタであって、 聞において、

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少な たはスペクトルモニタとして使用するかを制御する選択 くとも1つを可変波長選択フィルタとして使用するかま 制御手段とをさらに備え、

前配第1ないし第3の可変故長選択フィルタのうち少な タとしての機能を兼ね備えることを特徴とする分岐・挿 くとも1つは、可変故長選択フィルタとスペクトルモニ ಜ

[発明の詳細な説明]

0001

に、光通信ネットワークにおいては、ネットワーク上の クに使用される光通信機器において、温度変化や経年変 化などによっても所望の波長の光信号を選択することが イルタを使用した分岐・挿入装置に関する。将来のマル チメディアネットワークの構築を目指し、超長距離でか つ大容量の光通信装置が要求されている。この大容量化 [発明の属する技術分野] 本発明は、光通信ネットワー できる可変波長選択フィルタおよびこの可変波長選択フ を実現する方式として、故長分割多重 (Wavelength-div 方式が、光ファイバの光帯域・大容量性を有効利用でき 各地点において必要において光倡号を通過・分岐・挿入 する機能、光伝送路を選択する光ルーティング、クロク コネクト機能が必要である。このため、光信号を通過・ ision Mlutiplexing、以下、「WDM」と略配する。) るなどの有利な点から研究開発が進められている。特 \$

oxer) (以下、「OADM」と略配する。) 装置が研究 開発されている。このOADM装置は、固定波長の光信 **导のみを分岐・挿入することができる波長固定型の○A** DM装置と任意被長の光信号を分岐・挿入することがで きる任意波及型のOADM装置がある。一方、音響光学 故長の光のみ抽出するように動作するため、AOTFを して、過収する彼長が固定であるファイバーグレーティ ングと異なり、任意に被畏を選択することができる。さ らに、「口変波段型択フィルタでもあるので、塩局回にお いて光信号を分岐・抑入する周であるトリビュータリ周 る。このような理由により、AOTFを使用したOAD **通過する光信号に対する波長特性はフラットである。そ** における波長迎択フィルタとしても使用することができ チューナブルフィルタ (Acousto-Optic Tunable Filte r) (以下、「AOTF」と略配する。) は、選択する M装置が研究開発されている。

サニオブ酸リチウムの基板に2本の光導波路201、2 【従来の技術】図20は、従来のAOTFの構成を示す 図である。図20において、AOTFは、圧低作用を示 02を形成する。これら光導破路201、202は、五 いに2箇所で交叉しており、これら2つの交叉する部分 に磕光アームスプリッタ (Polarization Beam Splitte r) (以下、「PBS」と略配する。) 203, 204 が設けられている。

[0002]

Fransducer) (以下、「IDT」と略記する。) 205 2本の光導波路201、202上には、金属膜のSAW にRF信号を印加することによって発生する野柱数面波 ガイド206が形成されている。このSAWガイド20 6には、協を交互にかみ合わせた電極 (Inter Digital 【0003】また、2つの交叉する部分の間において、 (Surface Acoustic Wave) が伝版する。

ち、この個折率の周期的な変化と相互作用をする波長の ードとTMモードとが混在した光であるが、PBS20 3によってTEモードとTMモードに分かれて光導徴略 201、202を伝版する。ここで、特定の周波数のR F個号を印加することにより弾性数面波がSAWガイド 206に沿って伝版すると、SAWガイド206と交叉 している部分において200光苺被路201、202の て、この入れ替わった光は、PBS204によって進行 方向が変わり、相互作用をした波長の光のみが、分岐光 として退択され、相互作用をしなかった故長の光は、透 [0004] このAOTFに入力する入力光は、TEモ **旧折率は、周期的に変化する。このため、入力光のう** 光のみ丁Eモードと丁Mモードとが入れ替わる。そし 過して出力光となる。

を起こし、特定の波長のみが各モードが入れ替わり、造 [0005] 一方、挿入される挿入光も同様に、PBS 203によってTEモードとTMモードとに分かれて光 尊波路201、202を逝行し、弾性数面波と相互作用

幽択して分岐させることができ、さらに、このRF信号 を変えることができるから、可変波長避択フィルタとし の周波数を変化させることによって選択される光の波長 AOTFは、RF信号の周波数に応じた波長の光のみを 行方向が変わって挿入され出力光となる。このように、 て作用する。

【0006】なお、本明細醇において、図20に示すニ オブ酸リチウムの基板上に形成された光を分岐・挿入

し、この本体部分に光を分岐・挿入(通過)させるため (通過) する本体部分をAOTFまたはAOTF部と称 の周辺装置を付加し、これら全体を指すときは、可変波 は、このAOTFをOADM装置に使用した発明につい は、任意波長の光を分岐・挿入することができるから、 長辺択フィルタと称することとする。また、AOTF OADM装置に使用することができる。本特許出願人 て特層平10-090383号として既に出層してい

て抑入することができる場合を示している。ここで、光 する。図21は、図20に示すようなAOTFを用いた 受情処理することができ、8つの波長の光信号を生成し 借号を受信処理する各構成は、各々同一であるので1つ ので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示し 【0007】次に、この未公開である特願平10-09 0383号に記載されているOADM装置について説明 OADM装置の第1の基本構成を示す図である。図21 に示すOADM装置は、8つの故長の光信号を分岐して い。また、光信号を生成する各構成も、各々同一である の構成を示し、残りの構成は、省略して図示していな ていない。

RF信号の周波数に対応する被長の光信号が、AOTF この分岐光伯号は、光を増幅する光アンプ217によっ がって、分配された分岐光信号の各々には、AOTF部 210によって分岐したすべての波長の光信号が含まれ 220が受債処理する波長の光信号のみが避択され、光 の1×8光カプラ218によって分岐光信号は、8つに 分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。した ている。このためAOTF部219によって、光受信機 [0008] 図21において、WDM光信号は、AOT F部210に入力され、AOTF部210に印加された て増幅された後、1×8光カプラ218に入力する。こ 部210の分岐ポートから分岐光信号として分岐する。 受信機220により受信処理される。

[0009] 一方、挿入される挿入光信号は次のように 故長に対応する故長のレーザ光を発光し、抑入する光信 号の数だけ、図21では、8つ用意されている。これら 8つのLDからのレー扩光は、8×8光なプラ212に 50 合故し、この合故した光を8つに分配して分岐する。分 「LD」と略配する。) 2 1 1は、梅入すべき光信号の 入力する。8×8光カプラ212は、8つの被長の光を して生成される。光原となるレーナダイオード(以下、

て挿入光信号を生成する。生成した挿入光信号は、AO OTF部214に入力する。AOTF部214は、8つ の放長の光が多瓜する光の中から挿入光信号に使用した **岐した光は、光アンプ213によって増幅された後にA** い彼長の光を選択して出力する。AOTF部214によ この8×1光カプラ216は、各故長の光信号を合故し れ、光伯号となり、8×1光カプラ216に入力する。 って選択された光は、光変隅器215によって変隅さ TF部210に挿入ポートに入力される。

【0010】梅入光信号は、上述のようにAOTF部2 DM光信号とともにAOTF部210の出力ポートから 10が所留の波長の光信号を分岐するだけでなく、分岐 した改長と同一の故長の光信号を挿入するので、AOT F 節210によって抑入され、分岐しないで通過するW WDM光信号として出力される。このように、AOTF は、OADM装置のWDM個母を通過・分岐・抑入する 部分、挿入光信号を生成する部分および分岐光信号を受 信処理する部分に使用される。 【0011】図22は、図20に示すようなAOTF部 していない。また、光信号を生成する各構成も、各々同 **大図示していない。さらに、図21と同一の構成につい** 5。図22に示すOADM装置は、8つの波長の光信号 るので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示 を分岐して受信処理することができ、8 つの波長の光信 ここで、光信号を受信処理する各構成は、各々同一であ **一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略し 号を生成して挿入することができる場合を示している。** を用いたOADM装置の第2の基本構成を示す図であ ては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0012】図22において、WDM光信号は、光カブ する。そして、この1×8光カプラ218によって8つ ラ230に入力され、この光カプラ230によってWD **里する波長の光信号のみが遊択され、光受信機220に** M光信号は、2つに分岐する。分岐したWDM信号の一 方は、AOTF部231に入力し、他方は、光アンプ2 217によって増幅され、1×8光カプラ218に入力 に分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。こ のAOTF部219によって、光受信機220が受信処 17に入力する。この他方のWDM光信号は、光アンプ より受信処理される。

[0013] 一方、AOTF部231に入力したWDM の光信号であってWDM光信号の函数(奇数)のチャネ トに出力する。したがって、AOTF的231によって 毀択された波長の光信号は、格てられる。AOTF前2 る部分のAOTF部219と同一の光伯号であってWD 光信号は、受信処理する部分のAOTF部219と同一 ルの光伯号を選択し、何処にも接続していない選択ポー 31を通過したWDM光信号は、AOTF部232に入 カする。このAOTF部232においても、受信処理す M光信号の奇数(偶数)のチャネルの光信号を選択し、

特開2000-241782

9

て、AOTF部232を通過したWDM光信号は、光カ 何処にも接続していない選択ポートに出力する。そし プラ233に入力する。

0.8 nm関隔の被長の隣り合う光伯号を1つのAOT させ、2段目のAOTF部232においてWDM光信号 に検制に接続したのは、AOTFの波長遊択特性の幅が Fで分岐しようとすると、クロストークが発生してしま おいてWDM光信号の個数(奇数)番目の光信号を選択 [0014] ここで、AOTF部231、232を2段 うためである。このため、1段目のAOTF部231に の奇数(何数)番目の光信号を選択させて、受信するこ とができる程度にクロストークを減少させることができ 広く、「ITU-T G.692勧告」で規定される

同僚に生成されるので、その説明を省略する。生成され **節231およびAOTF部232を通過したWDM光信 身と合放され、WDM光信号として光伝送路に送出され** 号を通過・分岐・仰入する部分、仰入光相号を生成する [0015]また、挿入される抑入光信号は、図21と た抑入光信号は、光カプラ233に入力され、AOTF る。このように、AOTFは、OADM装匠のWDM信 町分および分岐光信号を受信処理する部分に使用され ·8

[0016]

は、上述のようにRF信号の周波数に応じた波長の光の みを過択して分岐させることができるが、避択被畏に対 する温度依存性が高い。 具体的には、同一周波数のRF **旧号を印加した場合に1℃温度が上昇すると選択被扱が** 【発明が解決しようとする瞑題】ところで、AOTF

図において、0.8nm関隔で波長が配置されているW 度に管理することは雌しいことから、同一故畏を選択す るためにすべてのAOTFに同一周波数のRF信号を印 【0017】このため、AOTFを使用したOADM数 DM光伯号では、選択しようとしている波長の光信号に た、OADM装置に使用されるAOTFをすべて同一温 加しても同一波長の光信号を選択できないという間題が 対し隣の被長の光信号を選択してしまい問題である。ま 0.8nm (100GHz) 変化する。

故長は、AOTFの製造にともなう索子のパラツキや框 年変化などにも敏感であるという問題もある。また、上 [0018] さらに、このRF信号によって選択される ことによって制御していることから臨波が変化すると選 述のようにAOTFにおける故長勘択は、光をTEモー ドとTMモードとに分離し弾性安面波と相互作用させる 尺される故長が変化するという問題がある。

問題もある。このことは、図22のようなOADM装置 [0019] さらに、AOTFは、印加するRF信号の 入力強度によって選択される光の強度が変化するという においてAOTFによって選択ポートに出力される光の

ය

3

独度が変化することになる。仮に、RF信号の入力強度 択されないから、選択ポートに出力することによって光 信号を遮断する場合には、AOTFで遮断すべき光信号 が適当ではない場合には選択ポートに充分に光信号が選 を充分に遮断(リジェクト)できないという問題とな

化や経年変化などが生じても所定波長の光信号を選択す ることができる可変被長選択フィルタを提供することを 使用することに好適な、温度変化や経年変化などが生じ 【0020】そこで、請求項1ないし請求項13に記載 の発明では、AOTFで使用することに好適な、温度変 目的とする。請求項14に記載の発明では、AOTFで ても所定波長の光信号を充分に遮断することができる可 変波長選択フィルタを提供することを目的とする。

イルタを利用することによってOADM装置などに利用 【0021】請求項15ないし請求項17に記載の発明 では、温度変化や経年変化などが生じても所定波長の光 信号を分岐・挿入することができるOADM装置を提供 することを目的とする。請求項18、19に記載の発明 では、請求項1または請求項2に記載の可変故長選択フ [0022] 請求項20に記載の発明では、請求項1ま たは請求項2に記載の可変被長選択フィルタを利用する ことによってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOA されるスペクトルモニタを提供することを目的とする。 DM装置を提供することを目的とする。

9, 10) 図1は、請求項1, 2, 3, 9, 10に記載 【映題を解決するための手段】(請求項1,2,3, の発明の原理構成を示す図である。

は、AOTF部10、光強度検出手段11、最大値判別 手段12、周波数制御手段13およびRF信号発生手段 .14から構成されている。ここで、AOTF部10と光 強度検出手段11との間にある破線で示した第3の偏光 手段18は、請求項10に配載の可変波長選択フィルタ の構成要件であり、請求項1,2,3,9に記載の可変 [0024]図1において、本可変被長避択フィルタ 彼長選択フィルタの構成要件ではない。

RF信号の周波数に応じて特定放長の光信号を分岐およ 【0025】まず、請求項1に記載の可変波長選択フィ ルタの原理について説明する。入力光信号は、印加する このAOTF部10は、請求項1,2,3に記載の可変 **改長選択フィルタにおいて、具体的には、受光した光信** 号と挿入すべき光信号とを合放するとともに合放した光 信号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第1の 偏光手段と、分岐したTMモード光を導放する第1の光 **導波路と丁Eモード光を導波する第2の光導波路とにR** F信号を印加するRF信号印加手段と、このRF信号を 印加された第1の光導波路と第2の光導波路とからの光 び挿入することができるAOTF部10に入力される。

号と他の波長の光信号とに分岐する第2の偏光手段とを

[0026] この第1および第2の光導波路に印加され た、AOTF部10によって選択された光信号は、その R F 信号発生手段14は、最大値判別手段12および周 被数制御手段13によってその周波数が制御される。ま 光強度を検出する光強度検出手段11に入力し、光強度 るRF信号は、RF信号発生手段14によって発生し、 検出手段11の出力は、最大値判別手段12に入力す

は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号として送 る。一方、AOTF部によって選択しなかった光信号

るが、WDM信号の場合には、ある関値以上の極大値の 【0027】この最大値判別手段12は、RF信号の周 値を判別し、この最大値を与えるRF信号の周波数を周 は、光伝送路中に1波しかない場合は、容易に判別でき 略記する。)数とを対応させて判別する。例えば、所定 故長の光信号がch3である場合には、3番目の極大値 故数を変えながら光強度検出手段11から光信号の光強 度を受信して、所定被長の光信号に対する光強度の最大 数と所定波長の光信号のチャンネル(以下、「ch」と 故数制御手段13に出力する。この所定故長の光信号 が所定故長の光信号の極大値である。

うな構成の請求項1に記載の可変改長選択フィルタにお 【0028】周故数制御手段13は、所定故長の光信号 に対して光強度の最大値を与える周波数のRF信号を発 生するようにRF信号発生手段14を制御する。このよ いては、最大値判別手段12によって所定波長の光強度 のため温度変化などにより特定波長を分岐・挿入するR F信号の周波数がずれたとしても補償されるので、常 が最大値となるようにRF信号の周波数を制御する。

故数を探すための光信号の所定故長とは、同一の故長で も異なる波長でもよい。後述するように、RF信号の周 の関係があるから、所定被長を選択するRF信号の周波 【0029】なお、可変被長選択フィルタによって選択 する光信号の特定改長とそのために適正なRF信号の周 故数と選択波長との関係は、温度が変化しても常に一定 数が判れば、特定波長を選択するRF信号の周波数も判 るからである。この場合には、周波数制御手段13にお いて所定波長を選択するRF信号の周波数と特定改長を に、特定波長の光信号を分岐・挿入することができる。 選択するRF信号の周波数との対応付けを行う。

て、この所定波長の光信号に対する光強度の第1の最大 ルタの原理について説明する。請求項2に記載の可変故 長選択フィルタにおいては、上述の最大値判別手段12 は、RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変えながら 値を判別する。さらに、この第1の最大値を与えるRF 信号の周波数の前後の周波数範囲においてRF信号の周 光強度検出手段11によって所定被長の光信号を検出し [0030] 次に、請求項2に記載の可変波長選択フィ 20

信号を検出して、所定故長の光信号に対する光強度の第 皮数をその第1の周波数間隔より狭い第2の周波数間隔 で変えながら光強度検出手段 1.1によって所定波長の光 2の最大値を判別する。そして、この第2の最大値を与 えるRF信号の周波数を周波数制御手段13に出力す

化させて所定改長に対する最大値を大雑把に探す。その [0031] なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 る。このように初めにRF信号の周波数を広い間隔で変 その最大値を与えるRF信号の周波数に対して、前 くしかもより正確に特定波長の光信号を選択することが 後の周波数範囲で、RF信号の周波数を狭い間隔で変化 め、請求項2に記載の可変故長選択フィルタは、請求項 より正確に最大値を判別することができるから、より速 **数長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す** 1に記載の可変波長選択フィルタに較べより速くしかも させて所定故長に対する最大値を正確に探す。このた

ルタの原理について説明する。請求項3に記載の可変波 ける光強度が最大値となるようにRF信号の周故数を制 に、周波数制御手段13は、この特定波長の光信号にお 【0032】次に、請水項3に記載の可変波長選択フィ 長選択フィルタは、請求項1に記載の可変被長選択フィ ルタにおいて、特定故長の光信号の選択を変更する度

出手段で構成する。

号を選択することができる。次に、請求項9に記載の可 **信号の周波数がずれたとしても、正確に特定波長の光信** 変波長選択フィルタの原理について説明する。請求項9 に、特定波長の光信号を選択するRF信号の周波数を探 すから、温度変化などによって特定波長を選択するRF 加手段とに異なる周波数のRF信号を供給するように構 【0033】このように特定改長の光信号を避択する度 0は、RF信号印加手段を第1の光導波路に第1のRF **信号を印加する第1のRF信号印加手段と第2の光導波** 路に第2のRF信号を印加する第2のRF倡号印加手段 は、それら第1のRF信号印加手段と第2のRF信号印 に記載の可変被長選択フィルタにおいて、AOTF部1 とで構成する。これに対応してRF信号発生手段14

[0034] なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 光導波路を進行し、弾性表面波と相互作用を起こし、特 入れ替える最適なRF信号の周波数とTMモードをTE モードに入れ替える最適なRF信号の周波数とは、互い る。一般に、AOTFは、 [従来の技術] の項において **定波長の各モードが入れ替わることによって、特定改長** の光を選択する。このとき、TEモードをTMモードに **故長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す** 説明したように、TEモードとTMモードとに分かれて

【0035】このため、請求項9に記載の可変被長選択

特開2000-241782

 $\overline{\mathbf{s}}$

させることができ、その結果に基ろいて各モードに対し フィルタの構成とすることにより、各モードに対し最大 **値判別手段12において個別にRF信号の周波数を変化** 請求項1に記載の可変被長選択フィルタに較べより正確 異なる周波数のRF信号を印加することができるから、 に特定故長の光信号を選択することができる。

する第1のRF信号印加手段と第2の光導被路に第2の る。これに対応してRF債号発生手段14は、それら第 変波長選択フィルタにおいて、AOTF部10は、RF 信号印加手段を第1の光導波路に第1のRF信号を印加 【0036】次に、請水項10に記載の可変波長選択フ イルタの原理について説明する。請求項10に記載の可 RF信号を印加する第2のRF信号印加手段とで構成す 1のRF信号印加手段と第2のRF信号印加手段とに異 なる周波数のRF信号を供給するように構成する。

して光強度検出手段11に出力する。これに対応して光 【0037】また、上述したようにAOTF部10と光 強度検出手段11は、第3の偏光手段18から出力され るTMモードの光強度を検出する第1の光強度検出手段 と第3の偏光手段18から出力されるTEモードの光強 る。この第3の偏光手段18は、AOTF部から選択し て出力される光信号をTMモードとTEモードとに分岐 度を検出する第2の光強度検出手段との2つの光強度検 強度検出手段11との間に第3の偏光手段18を散け

女長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す る。このように構成することにより、TMモード、TE 数とTMモードに対し最適なRF信号の周波数とを独立 に探すことができる。そのため、請求項10に記載の可 [0038] なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 モードの各モードに対し個別に光強度検出手段11を備 えているので、TEモードに対し最適なRF信号の周波 変波長選択フィルタは、正確に特定波長の光信号を選択 することができる。

は、請水項10に配破の可変被長選択フィルタが有効で 最適なRF信号の周波数を探していたのでは、偏光の回 【0039】一方、偏光がゆっくり回転している場合に あるが、最適なRF信号の周波数を探すための時間より も高速に偏光が回転している場合には、上述のようにT **EモードとTMモードとを分離して各光強度を検出して 転に追随できない。この場合には、請求項9に記載の可** 9

[0040] ここで、請求項1, 2, 3, 9, 10に記 面波と相互作用をして出力光信号として光伝送路に出力 **載の可変被長選択フィルタにおいて、挿入すべき挿入光 信号がある場合には、挿入光信号もAOTF部10に入** 力され、AOTF部10においてRF信号による弾性表 変波長選択フィルタの方が有利である。

(請求項4ないし請求項6) 初めに、請求項4ないし請 50 水項 6 に記載の可変被長選択フィルタに共通な事項につ

信号を合政するとともにRF信号に対応した改長の光信

6

特国2000-241782

段であり、傾悔は、MHz単位で表示したAOTFに印 【0041】図2は、温度変化に対するRF信号の周波 um単位で扱示したAOTFによって選択される選択波 加されるRF信号の周波数である。図2において、直線 Xは、温度aにおけるRF信号の周波数と選択故長との 関係を示すグラフであり、正紋Yは、温度りにおけるR 数と遊択徴長との関係を示す図である。図2の縦軸は、 F 信号の周波数と週択波長との関係を示す グラフであ

[0042] このように、AOTFは、RF信号の周故 数が同一の場合において、その温度が変化すると選択波 し0.8nmだけ遊択被長は、シフトする。しかし、図 して一定である。すなわち、単位RF伯号の周故数変化 及も、変化する。上述したように、1℃の温度変化に対 2に示すように直線Xと直線Yの傾きは、温度変化に対 こ対する題択波長変化は、温度変化に対して一定であ

ន らず、すべてのAOTFに共通の事策である。 糖状頃4 故長を迎状する際に、この物理現象を利用して温度変化 を抽筒するものである。すなわち、RF信号の周波数と してその似きが一定であるので、特定波長を選択する瞭 の温度においてRF伯号の周波数と避択波長との関係が いずれか一点だけ判れば直線が引けるから、その温度に よって、特定波長を選択するRF借号の周波数も判るこ 【0043】この事実は、即求項4ないし即求項6に限 ないし朝水項6に配做の可変徴長遡択フィルタは、特定 **御択徴長との関係は、直検であってしかも温度変化に対** おける任意の波長を選択するRF信号の周波数が判る。

身発生手段24から構成される。まず、簡求項4に配破 故の発明の原理構成を示す図である。図4は、基準信号 【0044】次に、間次位4, 5に配板の可密被長遡択 フィルタについて説明する。図3は、前水項4,5に記 **準情号換出手段21、周波数資類手段23およびRF信** の可変波長遠状フィルタの原理について説明する。入力 その波長数が既知である基準個号を入力光倡号に揮入す [0045] 図3および図4において、本可変長遊択フ イルタは、茲準信号挿入手段20、AOTF部10、基 光信号は、この入力光信号の改長を除いた改長であって (b) は、茲単信号が2つである場合を示す図である。 は、茲準信号が1つである場合を示す図であり、図4 とWDM光信号との関係を示す図である。図4(a) る基準信号挿入手段20に入力される。

[0046] ここで、基準信号は、図4 (a) に示すよ うに、32波のWDM光信号の信号改長帯から離れた位 1の外回の徴長に1つ配置される。 もちろん、ch1の 外回の波長に配置する代わりに基準個号を破線で示すよ **倒かむしたチャンギル(以下、「ch」と略問する。)** うにch32の外側の波長に1つ配置してもよい。ま

た、基準債号は、図4 (b) に示すように、32 茂のW の外側の波長 (第1の基準信号) とこり32の外側の波 DM光信号の信号波長帯から離れた位位であってch 1 及(第2の基準信号)とに2つ配置される。

助10の第1および第2の光導波路に印加されるRF信 **号は、RF信号発生手段24によって発生し、RF信号** 発生手段24は、周波数位算手段23によってその周波 【0047】この基準信号とともに入力光信号は、印加 するRF信号の周波数に応じて特定放長の光信号を選択 することができるAOTF部10に入力される。このA タと同様であるのでその説明を省略する。このAOTF 数が制御される。

力される。一方、AOTF部によって分岐しなかった光 RF信号発生手段24によって発生するRF信号の周波 倡号は、基準個号を検出する基準信号検出手段21に入 [0048] また、AOTF部10によって分岐した光 倡号は、AOTF部10から光伝送路に出力光倡号とし て送出される。この基準信号検出手段21の出力は、周 被数質算手段23に入力され、周波数質算手段23は、

数を変えながら基準信号検出手段21が基準信号を検出 した場合におけるRF信号の周波数と基準信号の波長数 とに基づいて可変被長選択フィルタによって選択される 【0049】このような構成の請求項4に配載の可変波 長週択フィルタにおいては、周波数位算手段23によっ 光伯号の波長数とRF信号の周波数との関係を資算す

てRF信号の周波数を基準信号検出手段21が基準信号 3は、基準信号検出手段21から出力を受信したときの RF信号の周波数と基準信号の被長とからRF信号の周 を検出するまで変化させる。そして、周波数質算手段2 故数と選択被長との関係を放算する。

ように1つである場合には、単位RF信号の周故数変化 に対する選択被長変化の値を配憶しておき、その傾きの 値および1組の判別されたRF信号の周波数と基準信号 の故長との値から、RF信号の周波数と選択被畏との関 故長との遵および各ch間の故長澄も判るので、各ch 【0051】また、基準信号が、図4 (b) のように2 と基準信号の波長との値から、RF信号の周波数と選択 【0050】この放算方法は、基準信号が図4(a)の 係を紋算する。そして、この基準信号の被長とch1の つである場合には、2組の判別されたRF信号の周波数 故長との関係を演算する。そして、第1の基準信号の故 及とch1の故長との塾、第2の基準信号の被長とch 各chを選択するRF信号の周波数も放算することがで を選択するRF信号の周波数も演算することができる。 32の故長との違および各ch間の故長差も判るので、

[0052] こうしてある温度におけるRF信号の周故 数と選択波長との関係が判別されるので、温度変化など

フィルタは、請求項4に配做の可変徴長選択フィルタに おいて、基準信号の波長数は、光信号を伝送する波長帯 れたとしてもその特定放長の光信号を避択することがで きる。次に、前水項5に記載の可変液長選択フィルタの 原理について説明する。請求項5に記載の可変波長選択 により特定波長を分岐・抑入するRF伯号の周波数がず 彼の猫の故長数に配置される。

~1490nm)、Sパンド (1490nm~1530 nm), Mxxx (1530nm~1570nm), L **費することにより、基準借号をこれを使用する可変波長 選択フィルタだけにどどめ、他の可変被長選択フィルタ** 坦な利仰特性ではなく、各パンドの境界付近において利 故長には光信号を配置しないので、ここに基準信号を配 イルタを使用したOADM装置だけに基準値号をとどめ が、この光増幅器の利得特性は、パンド全体に亘って平 得が急激に減少する。そのため、各パンドの境界付近の に影響しないようにすることができる。特に、光通信ネ ットワークの光伝送路に配置される中雄光増幅器によっ て基準信号は、増幅されないので、この可変波長選択フ 光通佰ネットワーク内に送出しないようにすることがで 【0053】光通信ネットワークにおいては、光信号を パンド (1570nm~1610nm) およびL+パン ド (1610nm~1650nm) がある。これら各バ ンドに応じて光信号を増幅する光増幅器が使用される

みとWDM光信号との関係を示す図である。図5および の発明の原理構成を示す図である。図6は、ASEの盤 手段32、周波数紋算手段33およびRF信号発生手段 【0054】次に、酢水項6に配畝の可変波長避択フィ **ルタの原理について説明する。図5は、前水項6に記載** 0、AOTF部10、スペクトルモニタ31、改長判別 図6において、本可変長選択フィルタは、光増幅器3 34から構成される。

sion)という。入力光信号は、図6に示すようにこのA 出光は、増幅すべき光信号と同じように増幅され白色雄 音となる。これをASE (Amplified Spontaneous Emis 【0055】入力光信号は、この入力光信号を含む故長 帯域を増幅する光増幅器30に入力される。一般に、光 増幅器の増幅媒質中で自然放出光が発生し、この自然放 SEを含む光信号となる。

と同様であるのでその説明を省略する。このAOTF部 10の第1および第2の光導波路に印加されるRF借号 は、RF信号発生手段34によって発生し、RF信号発 生手段34は、故長判別手段32および周波数紋算手段 るRF伯母の周波数に応じて特定波長の光伯号を選択す ることができるAOTF部10に入力される。このAO TF部10は、静水項1に記載の可変被長避択フィルタ 【0056】このASEを含んだ入力光信号は、印加す 33によってその周波数が制御される。

年段32は、伝送する光信号の故長を分岐させない周故 数であって光増幅器で発生したASEのうちいずれかの 31に入力される場合については、後述する。故長判別 スペクトルモニタ31からの出力によってASEの波長 **旧号は、光信号の故長とこの故長における光強成とを監** 見するスペクトルモニタ31に入力される。 なお、AO FF町10によって選択した光信号がスペクトルモニタ **【0057】AOTF邸10によって強択しなかった光** 故長を分岐させる既知の周波数のRF伯号を発生させ、

ので、図6に示すように、選択された部分のASEの光 を検出する。既知の周波数のRF信号をAOTF部10 に印加するとそれに対応する改及のASEが選択される 強度が減少して個みを作る。この個みを波長判別手段3 2によって検出することによって1組のRF信号の周波 数と選択故長との関係を判別することができる。

る光信号の波長数とRF信号の周波数との関係を資算す の値に払んいた口変波段強択フィバタによった遊択され の値から、RF信号の周波数と選択波長との関係を資算 【0058】被長判別年段32によって判別された1組 のRF信号の周波数と遊択被長との関係は、周波数領算 手段33に出力され、周波数質算手段33は、この1組 る。この汝箅方法は、単位RF信号の周波数変化に対す び1組の判別されたRF信号の周波数とASEの故長と **る避状故長変化の値を記憶しておき、その傾きの値およ**

遊択することができる。次に、前水項7に配載の可変故 及選択フィルタの原理について説明する。図7は、 節水 れるので、温度変化などにより特定波長を選択するRF 信号の周波数がずれたとしてもその特定改長の光信号を 【0059】このように構成することにより、ある温度 におけるRF信号の周波数と避択被長との関係が判別さ 項7に記載の発明の原理構成を示す図である。

AOTF部10、スペクトルモニタ41、周故数資算手 カ光信号は、印加するRF信号の周波数に応じて特定波 力される。このAOTF部10は、額水項1に配載の可 る。このAOTF部10の第1および第2の光導被路に 発生し、RF信号発生年段44は、周波数資算年段43 段43およびRF信号発生手段44から構成される。入 長の光信号を選択することができるAOTF部10に入 変波長辺択フィルタと同様であるのでその説明を省略す 印加されるRF信号は、RF信号発生手段44によって によってその周波数が制御されるとともに印加している [0060] 図1において、本可変長週択フィルタは、 \$

【0061】AOTF部10によって避択しなかった光 信号は、光伯母の故長とこの故長における光強度とを監 見するスペクトルモニタ41に入力される。周故数領算 手段43は、RF信号発生手段44からAOTF削10 ペクトルモニタ41から出力される光信号の波長とこの に印加しているRF信号の周波数を監視するとともにス RF信号の周波数を周波数位算手段43に出力する。

皮長における光強度とを受信する。

フィルタによって選択される光信号の波長数とRF信号 ので、スペクトルモニタ41の出力からどのchがAO る。こうして周波数演算手段43は、判別された1組の 【0062】WDM光信号の各chの波長が判っている RF信号の周波数と選択被長とに基づいて可変被長選択 TF部10によって選択されたか判別することができ の周波数との関係を演算することができる。

化に対する選択波是変化の値を記憶しておき、その傾き 長の故長との値から、RF信号の周波数と選択故長との 【0063】この演算方法は、単位RF信号の周波数変 の値および1組の判別されたRF信号の周波数と選択波 温度におけるRF信号の周波数と選択波長との関係が判 るRF信号の周波数がずれたとしてもその特定波長の光 関係を演算する。このように構成することにより、ある 別されるので、温度変化などにより特定波長を選択入す 信号を選択することができる。

故するとともに合放した光信号をTMモード光とTEモ とを備えて構成され、第1のRF信号の周波数および第 【0064】 (請求項8) 請求項8に記載の可変故長選 **択フィルタは、受光した光信号と挿入する光信号とを合** 一ド光とに分岐する第1の偏光手段と、この第1の偏光 手段によって分岐したTMモード光を導放する第1の光 導波路に第1のRF信号を印加する第1のRF信号印加 手段と、第1の偏光手段によって分岐したTEモード光 を導波する第2の光導波路に第2のRF信号を印加する 第2のRF信号印加手段と、第1のRF信号を印加され た第1の光導波路と第2のRF信号を印加された第2の 光導被略とからの光信号を合波するとともに送出すべき 光信号と分岐すべき光信号とに分岐する第2の偏光手段 2のRF信号の周波数とに応じて特定波長の光信号を避

【0065】上述したように、TBモードをTMモード Eモードに入れ替える最適なRF信号の周波数とは、互 いに異なるが、このような構成とすることにより、TE に入れ替える最適なRF信号の周波数とTMモードをT モード、TMモードの各モードに対し異なる周波数のR F信号を印加して細かい調整をすることができるから、 正確に特定故長の光信号を分岐・挿入することができ

で以下その動作は、トラッキングと称する。後に述べる [0066] (請求項11および請求項12) 請求項1 1および請求項12は、RF信号の安定化に関する技術 スキャンニングと区別するため、スキャンニングとトラ ッキングについて定義する。スキャンニングとは、光強 に、RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変えながら の光強度が最大となる第1の最大値を判別する動作をい 度の最大値を与えるRF信号の周波数を判別するため 光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出し、

る動作を定期的に行い、温度変化や経年変化など周囲の [0067] トラッキングとは、前後の周波数範囲 (± αkHz)においてRF信号の周波数をその第1の周波 数間隔よりも狭い第2の周波数間隔で変えながら光強度 **険出手段によって所定被長の光信号を検出し、その光強** 度が最大となる第2の最大値を判別し、その第2の最大 環境が変化し、可変波長選択フィルタ(AOTF)の特 性変化により第2の最大値を与えるRF信号の周波数が 値を与えるRF信号の周波数を周波数制御手段に出力す 変化しても、追従することのできる動作をいう。

[0068] 図8は、請水項11, 12に記載の発明の 原理構成を示す図である。なお、図8は、請求項1を基 本とした請求項11に記載の発明の原理構成を示す図で は、その説明を省略する。図8において、本可変故長選 最大值判別手段12、周波数制御手段13、重量手段5 から構成されている。なお、請求項1と同一の構成につ あり、この場合について以下に説明し、請求項4、6、 Rフィルタは、AOTF部10、光強度検出手段51、 0、トラッキング年段52およびRF信号発生手段54 7、8を基本とした請求項11に記載の発明について いては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

って選択しなかった光信号は、AOTF部10から光伝 れ、このAOTF部10によって選択した光信号は、そ 度検出手段51の出力は、最大値判別手段12およびト の光強度を検出する光強度検出手段51に入力し、光強 ラッキング手段52に入力する。一方、AOTF部によ 【0069】入力光信号は、AOTF部10に入力さ 送路に出力光信号として送出される。

【0070】このAOTF部10の第1および第2の光 によって発生し、トラッキングを行う場合には、RF信 号に10kHzから1MHzの周波数の変調信号が重畳 手段50によって重畳される。また、RF信号発生手段 54は、最大値判別手段12、周波数演算手段13およ びトラッキング手段52によってその周波数が制御され **導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手段54** 8

手段51によってAOTF部10から分岐して出力され [0071] 最大値判別手段12の出力は、屠波数制御 うに、特定故長を選択するようにRF信号の周故数を制 御する。そして、トラッキング手段52は、光強度検出 手段13に入力され、請求項1の原理説明で説明したよ る光信号からRF信号に重畳された変調信号を検出して 所定波長の光信号の光強度が最大値に維持されるように RF信号発生手段54を制御する。

【0072】このように構成することにより、請求項1 1に記載の可変被長選択フィルタは、一度、特定故長の トラッキングによって最適なRF信号の周波数が制御さ れ、維持される。さらに、トラッキングのための変調信 号は、10kHzから1MHzの周波数のいずれかの周 光信号を選択するRF信号の周波数が判別された後は、

(12)

(ABC) 回路における光信号には既に1kHzの変調 信号がかけられているが、トラッキングのための変調信 号は、10kHz以上とするので、このABC回路の変 **調信号と混同することがない。一方、トラッキングのた** かの変調信号は、1MHz以下とするので、例えば、R F信号発生手段54内におけるPLL回路の周波数デー タを正弦波となるようにCPUによって制御してその変 調信号を発生させても、高速な変調、同期検波ではない 故数とする。LN変闘器の可変パイアスコントロール から、CPUの負担となることがない。

[0073] 次に、請求項12に記載の可変選択被長フ 変故長選択フィルタは、被長分割多重方式の光信号を伝 生するRF信号の周波数は、故長分割多重方式の光信号 間隔に対応するRF信号の周波数の範囲内で変化するよ イルタの原理について説明する。請求項12に記載の可 送する光伝送路に接続され、可変長選択フィルタは、請 水項11に記載の可変波長選択フィルタであって、トラ ッキング 手段によって制御されるR F 信号発生手段が発

[0074] トラッキングをかける場合にトラッキング のための変調信号の周波数を大きく振ると隣接するch 数の可変波長選択フィルタの温度を同一に制御する温度 に影響を与えてしまう。しかし、このようにすることに 8 n m間隔のWDM光信号の場合では、隣接するch間 に対するRF信号の周波数の差は、90kHzであるか [0075] (請求項13) 請求項13に記載の可変故 長選択フィルタは、同一基板上に複数形成され、この複 が、請求項1、4、6、7、8のいずれか1項に記載の 制御手段をさらに備えて構成され、可変長選択フィルタ ら、他のchに影響を与えることがない。例えば、0. ら、土45kHz以下の周波数でトラッキングを行う。 より、大きく外れた周波数が印加されることがないか 可変波長選択フィルタである。

TFを同一の基板上に形成することにより、降り合うA [0076] OADM装置に使用されるAOFTは、従 温度を正確に制御することは困難を伴う。しかし、AO 来個別に温度制御を行っているが、すべてのAOFTを 0. 1℃単位で同一温度に制御することは困難をともな う。また、OADM装置の動作を保証するために広い温 度範囲、例えば、0°Cないし60°Cに亘ってAOTFの OTFをほぼ同一の温度に制御することができ、しかも AOTFの特性もほぼ同一にすることができる。そのた め、まず、請求項1ないし請求項12のいずれか1項に 記載の可変波長選択フィルタによって所望の波長の光信 動作させるようにすれば、他のAOFTにおいても所望 **号を分岐・挿入できるようにしてから、他のAOFTを** の波長の光信号を分岐・挿入することができる。

ットワークの光伝送路に接続しないで、所望の波長の光 【0077】また、請求項1、4、6、7、8のいずれ か1項に記載の可変波長選択フィルタの出力を光通信ネ

特開2000-241782

信号を選択できるか否かの確認専用とし、他のAOTF を実際の運用用とすれば、闘った被長の光信号を選択す

(請求項14) 図9は、請求項14に記載の発明の原理 構成を示す図である。なお、図9は、請求項1を基本と した請求項14に記載の発明の原理構成を示す図であ 7、8を基本とした請求項14に記載の発明について り、この場合について以下に説明し、請求項4、6、 は、その説明を省略する。

し、特定の入力強度の場合に極大値になる。なお、この は、(リジェクト光の光強度/入力光の光強度)をdB 0に示すようにAOTFによって選択する光の強度であ るリジェクションレベルは、RF信号の入力強度に依存 特性は、RF周波数を変化させてもほぼ同様の特性とな 【0078】図10は、RF信号の入力強度とリジェク d B m単位で表示したRF信号の入力強度である。図1 単位で表示したリジェクションレベルであり、横軸は、 ションレベルとの関係を示す図である。図10の縦軸

[0079] 図9および図10において、本可変放長選 最大值判別手段12、強度最大值判別手段62、周故数 制御手段63およびRF信号発生手段64から構成され ている。なお、請求項1と同一の構成については、同一 Rフィルタは、AOTF部10、光強度検出手段61、 の符号を付し、その説明を省略する。

ន

の光強度を検出する光強度検出手段61に入力し、光強 れ、このAOTF部10によって選択した光倡号は、そ 度検出手段61の出力は、最大値判別手段12および強 度最大値判別手段62に入力する。一方、AOTF部に よって避択しなかった光信号は、AOTF部10から光 【0080】入力光信号は、AOTF部10に入力さ 伝送路に出力光信号として送出される。 8

【0081】また、このAOTF部10の第1および第 段64によって発生し、RF信号発生手段64は、最大 値判別手段12、強度最大値判別手段62および周波数 **演算手段63によってその周波数が制御される。最大値** れ、請求項1の原理説明で説明したように、特定波長を 2の光導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手 判別手段12の出力は、周波数制御手段63に入力さ 選択するようにRF信号の周波数をまず制御する。 49

光強度の最大値を与えるRF信号の周波数を維持した状 出力強度を変えながら光強度検出手段11によって所定 故長の光信号を検出して、この所定故長の光信号に対す 強度の値を受信し、最適なRF信号の周波数と入力強度 [0082] そして、強度最大値判別手段62は、この 腹で、RF信号発生手段64により発生するRF信号の 強度最大値判別手段 6 2 からこの最適なRF信号の入力 る光強度の最大値を判別する。周波数制御手段63は、

【0083】こうして図10に示すリジェクションレベ

22

とによりRF信号発生手段を制御する

<u>=</u>

特開2000-241782

 $\hat{\Xi}$

ができるから、 詰水項14に配做の可変波長選択フィル タは、特定改長を分岐・抑入するRF信号の周波数だけ vの極大値を与えるRF債母の入力強度を判別すること でなく、RF信号の入力強度も最適化することができ

Rフィルタと、前配可変被長選択フィルタに印加する前 光信号を生成する光佰号生成年段とを備えるOADM装 【0084】(開水項15) 開水項15に配做のOAD M装置は、彼長分割多瓜方式の光信号を伝送する光伝送 RRF信号を発生するRF信号発生手段と、前配可変被 **段辺**択フィルタによって分岐した光伯母を受信処理する 路に接続されるとともに、印加するRF偕号の周波数に 応じて特定被長の光信号を分岐及び抑入する可変被長避 受信処理手段と、前配可変波長週択フィルタに抑入する **囮において、可変波長辺択フィルタは、n個の光信号を** 分岐または仰入することができ、RF偕号発生手段は、 (n+1) 値であることで辞成する。

【0085】OADM装置で複数の改長の光信号を分岐 ・抑入する場合には、可変波長週択フィルタに分岐・抑 平段をOADM装置において分岐・抑入する数より1つ と、あるこれから他のこれを分岐・抑入する場合に、使 hを分岐・抑入するのに使用しなければならない。その ため、あるこれから他のこれを分岐・仰入するためにR F借号の周波数を連続的に変化させなければならないか c h に影響を与える。しかし、このようにRF信号発生 RF個母発生手段が分岐・抑入する光信号と同数である 用していないRF倡号発生手段がないから、あるこhを 分岐・抑入するのに使用したRF 借号発生手段を他の c ち、その国のchも分岐・抑入することになりその国の 仰入する場合に使用していないRF信号発生手段の周波 数を他のchを分岐・抑入する周波数に合わせてから可 入する光信号の数に応じた複数のRF信号を印加する。 多く値えることにより、あるこれから他のこれを分岐・ 奴徴長選択フィルタに印加することができる。このた か、その間のchに影響を与えることがない。

て、第1ないし第3の可変被長週択フィルタのうち少な [0086] (開水項16) 開水項16に配破のOAD M装置は、故畏分割多血方式の光倡号を伝送する光伝送 故長選択フィルタと、前配第1の可変改長選択フィルタ 定故長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の て前配第1の可変被長到択フィルタに抑入する光信号を 路に接続されるとともに、印加するRF倡号の周波数に 応じて特定被長の光信号を分岐及び仰入する第1の可変 によって分岐した光伯号の中から所定故長の光信号を避 択する第2の可変徴畏避択フィルタを備えるとともに駭 第2の可変数長週択フィルタによって選択された前配所 徴長を持つ光から所定徴長の光を選択する第3の可変被 民型択フィルタを備えるとともに該第3の可変被長選択 フィルタによって選択された前配所定波長の光を変闘し 生成する光信号生成手段とを備えるOADM装置におい

くとも1つは、甜求項1、4、6、7、8のいずれか1 項に記載の可変被長選択フィルタである。

るRF信号がずれたとしてもそのずれを補償する前求項 を温度変化などにより特定被長の光信号を分岐・抑入す るので、常に、正确に特定故長の光信号を分岐・挿入す 【0087】 額水項16に配載のOADM装置は、この ようにOADM装配に使用される可変波長選択フィルタ ることができる。

【0088】さらに、節水項16に記載のOADM装置 は、トラッキングも行う可変改長選択フィルタを使用す る場合には、一旦特定被長の光信号を分岐・挿入するR 挿入するようにRF倡号の周波数を維持することができ F信号の周波数が判別されれば、常に特定波長を分岐・

るとともに、印加するRF信号の周波数に応じて特定改 ルタと、前配第1の可変被長選択フィルタによって分岐 した光信号の中から所定故長の光信号を避択する第2の 可変波長避択フィルタを備えるとともに放第2の可変故 から所定被長の光を選択する第3の可変被長選択フィル って選択された前配所定波長の光を変闘して前配第1の 変数長選択フィルタは、簡末項1、4、6、7、8のい (間水項17) 請水項17に配載のOADM装置は、波 民分割多瓜方式の光倡号を伝送する光伝送路に接続され 長週択フィルタによって選択された前配所定波長の光信 **号を受信処理する受信処理手段と、複数の波長を持つ光** 可変被長選択フィルタに抑入する光信号を生成する光信 号生成手段とを備えるOADM装置において、第1の可 ずれか1項に配数の可変波長週択フィルタであって開水 頃1、4、6、7、8の可変被長週択フィルタを複数個 長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変波長選択フィ タを備えるとともに放第3の可変波長避択フィルタによ 抵続に被銃する。

続するので、所定のレベルまで盛断することができるよ た、前述したように可変被長選択フィルタのAOTF部 勧告」で規定される0.8nm間隔の波長の隣り合う光 借号を1つのAOTFで分岐しようとすると、クロスト ADM装置では、可変改長選択フィルタを複数個の縦舵 WDM光信号のm番目の光信号を分岐・挿入させ、以下 つの可変波長選択フィルタの A O T F 部では特定波長の ない場合でも、可変被長週択フィルタを複数個縦続に接 ークが発生してしまう。しかし、請求項17に配載のO 俊統とするので、1段目の可変波長選択フィルタにおい 同様に前段の可変改長選択フィルタにおいて分岐・挿入 光伯号を所定の光強度のレベルまで遮断することができ の放長避択特性の幅が広く、「ITU-T G, 692 てWDM光信号のk番目の光信号を分岐・挿入させ、2 段目の可変波長選択フィルタにおいてk番目から離れた [0089] このような可変改長選択フィルタでは、1 うにリジェクション特性を改善することができる。ま

する光信号とは離れた波長の光信号を後段の可変改長避 択フィルタに分岐・抑入させることにより、クロストー クを減少させることができる。

岐・抑入させ、2段目の可変被長避択フィルタにおいて 【0090】例えば、可変波長遡択フィルタを2個の縦 においてWDM光信号の個数(奇数)番目の光信号を分 WDM光信号の奇数(偶数)番目の光信号を分岐・挿入 させることにより、クロストークを減少させることがで **税接続とした場合には、1段目の可変波長週択フィルタ**

[0091] さらに、前水項17に配載のOADM装置 は、縦続接続する可変波長選択フィルタを温度変化など れたとしてもそのずれを補償する間求項 1 ないし間求項 により特定波長の光信号を分岐・椰入するRF信号がず 14に記載の可密故長選択フィルタとするので、常に、 正確に特定波長の光信号を分岐・抑入することができ

る場合には、一旦特定故長の光信号を分岐・挿入するR 挿入するようにRF倡号の周波数を維持することができ は、トラッキングも行う可変被長選択フィルタを使用す F借号の周波数が判別されれば、常に特定波長を分岐・ 【0092】また、前水項17に記載のOADM装置

岐しなかった光佰号と光伝送路から入力した光佰号との

間でクロストークを生じてしまう。

を行うAOTF部においてスペクトルモニタによって分

[0093] 図11において、本スペクトルモニタは、 (開水項18および開水項19)図11は、開水項1 8, 19に記載の発明の原理構成を示す図である。

節10から光伝送路に送出される前に接続される破線で AOTF部10、光強度検出手段11、最大値判別手段 12、周波数制御手段13、RF信号発生手段14およ U記憶手段70から構成されている。ここで、AOTF 示した遮断手段71は、前水項19に配破のスペクトル モニタの構成要件であり、請求項18に記載のスペクト ルモニタの構成要件ではない。また、請求項1と同一の 構成については、同一の符号を付し、その説明を省略す

タについて説明する。入力光信号は、AOTF部10に 入力され、このAOTF部10によって分岐した光倡号 は、光強度検出手段61に入力する。この光強度検出手 方、AOTF部によって分岐しなかった光信号は、AO 【0094】まず、貯水伍18に配飯のスペクトルモニ 段61の出力は、母大値判別手段12に入力する。一 TF部10から光伝送路に出力光信号として送出され

曽水項1の原理説明で説明したように、特定波長を分岐 [0095]また、このAOTF部10の第1および第 2の光導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生率 段14によって発生し、RF債号発生手段14は、最大 値判別手段12および周波数制御手段13によってその 周波数が制御される。 最大値判別年段12の出力は、周 故数制御手段 6 3 に入力され、周政数制御手段 6 3 は、

・抑入するようにRF信号の周波数を制御する。

応する光強度の値とを配億手段70に出力し、配億手段 70は、これらのすべての値を配憶する。このように得 **皮長の光信号を分岐・抑入するRF信号の周波数の組が** 1つ判るので、前述した図2に示すRF信号と過択徴扱 【0096】また、母大値判別手段12は、RF信号発 成することにより、吸大値判別手段12において、所定 生手段で発生させたすべての周波数の値と各周波数に対 との関係を用いれば、配億手段70に配億した値から、 各光信号の波長に対する光強度も判別することができ

う。特に、スペクトルモニタをOADM抜殴の光信号生 おいて、送出すべき光循号を出力する出力回に接続され 揖成する。スペクトルモニタによって分岐しなかった光 【0097】次に、閏水項19に記載のスペクトルモニ トルモニタは、前水項18に配破のスペクトルモニタに るとともに該光伯号を遮断する遮断手段をさらに備えて タの原理について説明する。 酢水項19に配破のスペク 成手段に使用した場合には、OADM装置の分岐・仰入 **17号は、スペクトルモニタに接続される光装置、例え** ば、次のトリビュータリ局やノードに送出されてしま

断されるので、そのような不都合は生じない。遮断手段 は、光域衰器を使用することができる。光スイッチを使 用してこの光スイッチにおいて何も接続していない出力 ンプを使用してこの光アンプの励起光を与えないことに この光変陶器の低版を切ることにより遮断することがで きる。さらに、AOTFを使用してこのAOTFにおい スペクトルモニタによって分岐しなかった光信号は、越 ヘスイッチすることにより遮断することができる。光ア より遮断することができる。また、光変躢器を使用して て光信号の波長から離れた波長の光を選択するようにし [0098] しかし、このように構成することにより、 စ္က

M装置は、波長分割多瓜方式の光伯号を伝送する光伝送 応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変 【0099】(簡水項20) 節水項20に配做のAD 定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の 路に接続されるとともに、印加するRF信号の周波数に 故長遊択フィルタと、前配第1の可変被長避択フィルタ によって分岐した光伯号の中から所定被長の光伯号を迎 **択する第2の可変波長꿜択フィルタを備えるとともに膝** 第2の可変波長選択フィルタによって選択された前配所 故長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の可変故 及選択フィルタを備えるとともに眩뙤3の可変披長選択 フィルタによって遊択された前配所定被扱の光を変闘し 生成する光伯号生成手段とを備えるOADM装置におい て前配第1の可変波長週択フィルタに抑入する光信号を て磁形することができる。 20

ペクトルモニタであって、第1ないし第3の可変故長選 択フィルタのうち少なくとも 1 つを可変故長選択フィル くとも1つは、可変故長避択フィルタとスペクトルモニ て、第1ないし第3の可変被長選択フィルタのうち少な くとも1つは、請求項18または請求項19に記載のス タとして使用するかまたはスペクトルモニタとして使用 し、第1ないし第3の可変故長選択フィルタのうち少な するかを制御する選択制御手段とをさらに備えて構成 タとしての機能を兼ね備える。

0に記載のOADM装置は、可変波長選択フィルタとス ペクトルモニタとしての機能を兼ね備えることができ

[0101]

ける実施の形態を説明する。

【0102】 (第1の実施形態) 第1の実施形態は、請 **水項1~5、11、12、14~20に記載の発明を適** 用して構成された可変被長選択フィルタ・OADM装置 の実施形態である。

M装置は、3つの構成部分に大きく分けることができ

とに説明する。

[0105] 図13は、第1の実施形態におけるOAD

[ITU-T G. 692勧告]の規定に従い0.8 n mである。増幅されたWDM光信号は、2つに光を分岐 する光カプラ81に入射する。分岐したWDM光信号の 一方は、後述する受信処理部分の光カプラ110に入射 し、他方は、光カプラ83に入射する。

する。これらの基準信号をこのような波長とすることに 2 【0100】このように構成することにより、請求項2

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明にお

より、これら基準信号は、通常Mパンドに対して使用さ

仮にOADM装置から送出されたとしても光通信ネット

れる中継光増幅器の利得傾斜の部分に配置されるので、

光信号の空いている。hに光信号を生成して挿入する挿 [0103] 図12は、第1の実施形態におけるOAD M装置の構成を示す図である。図12において、OAD る。第1の構成部分は、光伝送路を伝送する32被のW DM光信号から必要に応じて分岐した特定波長の光信号 するリジェクト部分である。第3の構成部分は、WDM を受信処理する受信処理部分である。第2の部分は、受 信処理部分に分岐した光信号と同一波長の光信号を光伝 送路から取り除き、次のノードに伝送されることを遮断 入部分である。なお、受信処理部分、リジェクト部分お よび挿入部分は、それぞれ16波を処理することができ [0104] このようにOADM装置は、3つの構成部 分から成り立ち、各構成部分に本発明に係る可変波長選 択フィルタが使用されているので、以下、各構成部分ご

(第1の実施形態におけるリジェクト部分の構成) ま ず、このリジェクト部分について説明する。 M装置に関し、そのリジェクト部分の構成を示す図であ る。図12および図13において、光伝送路を伝送して きた32波のWDM光信号は、光強度を増幅する光増幅 器80に入射する。このWDM光信号の各ch間隔は、

ワー、基準信号スキャン終了パワー、パワースキャン間 【0106】一方、基準信号光顧82は、後述するAO 50

用される波長を除いた波長であればよいが、WDM光信 用するAOTF84、90にとどめ光伝送路に送出させ ないために、Mパンドの蝎の改長を使用し、第1基準信 TF部84、90におけるRF信号の周波数と選択波長 との関係を判別するための第1基準信号と第2基準信号 とを発生させ、これらの基準信号を光カブラ83、89 に入射させる。これらの基準信号は、WDM光信号に使 号と混同しないためには、WDM光信号の波長帯域の両 関の改長とするのが望ましい。さらに、WDM光信号の **改長帯域がMパンドの場合には、これらの基準信号を使** 号は、1530~1535nmの間の波長、例えば、1 530nmとする。また、第2基準信号は、1565n m~1570nmの間の故長、例えば、1570nmと

【0107】光カプラ83は、基準信号光額82からの 第1基準信号および第2基準信号と光カプラ81から入 射したWDM光信号とを合放して、この合放した光信号 をAOTF部84に入射させる。AOTF部84は、R F信号を発生するRF信号版88によって印加されたR た光信号から選択して分岐し、選択されなかった光信号 F信号の周波数に対応して特定の波長の光信号を入射し を通過させる。この分岐した光信号は、その光信号を受 光して光強度を検出するホトダイオード (以下、「P ワークを伝送する間に減衰してしまう。 D」と略記する。)85に入射する。

ジェクト側AOTF制御CPU87に送信する。リジェ たEEPROM (Electric Erasable Programable Read Only Memory) 101からデータの送受信を行い、AO TF部84、90やRF信号源88、98などを後述す レベルの電気信号をA/D86に出力する。A/D86 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリ クト側AOTF制御CPU87は、各種データを蓄積し 【0108】このPD85は、受光した光強度に従った るように制御する。

[0109] また、RF信号顔88は、このリジェクト 8は、リジェクトするこれをあるこれから他のこれに変 側AOTF制御CPU87によって発生するRF信号の える場合にその間のchに影響を与えないようにするた 周波数とパワー (強度) とを制御される。RF信号源8 め、16波より1つ多い17個のRF信号顔が用意され \$

[0110] EEPROM101は、第1基準信号スキ セン開始RF周波数、第1基準信号スキャン終了RF周 **被数、第2基準信号スキャン開始RF周波数、第2基準** 周故数トラッキング間隔、基準信号スキャン開始R F パ 信号スキャン終了RF周波数、基準信号スキャン間隔、

隔、パワートラッキング開隔、基準信号捕捉用閾値など

基準信号光源82から入射した第1基準信号および第2 基準信号と再度合放される。再度合放するのは、AOT F 部84によってこれらの基準信号が選択されて分岐し た場合に次段のAOTF部90に入射されない虞がある は、光カプラ89に入射し、この光カプラ89によって [0111] 一方、AOTF部84を通過した光信号

[0112] 合故された光信号は、AOTF部90に入 対応して特定の波長の光信号を入射した光信号から選択 の分岐した光信号は、その光信号を受光して光強度を検 射される。このAOTF部90は、RF信号を発生する RF信号類98によって印加されたRF信号の周波数に して分岐し、選択されなかった光信号を通過させる。 出するPD95に入射する。 [0113] このPD95は、受光した光強度に従った レベルの電気信号をA/D96に出力する。A/D96 RF信号源98は、このリジェクト側AOTF制御CP は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリ U87によって発生するRF信号の周波数とパワー (強 ジェクト図AOTF制御CPU87に送信する。また、

モニタ99に入力され、OADM装置制御CPU100 よって所望の光信号がリジェクトされた否か確認するた 100は、リジェクト個AOTF制御CPU87に警告 ェクトされていない場合には、OADM装置制御CPU を送信して、再度リジェクトさせる。

ADM装置制御CPU100に出力する。OADM装置 って光SW97に入射するいずれの光信号をスペクトル モニタ99に入射させるか制御され、指示された光信号 をスペクトルモニタ99に入射させる。スペクトルモニ タ99は、検出した光の波長とその光強度のデータをO 制御CPU100は、スペクトルモニタ99からのデー ほか以下の記載で順次明らかになる。

入射する。光カプラ94は、このWDM光信号を2つに 送出される。分岐した他方のWDM光信号は、光カプラ 92によって挿入部分によって生成された光信号が合波 されたか否か確認をするために、光SW97を介してス ペクトルモニタ99に入力され、OADM装置制御CP 号が合波されていない場合には、OADM装置制御CP 分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、光伝送路に U100によって確認される。確認の結果、所望の光信 U100は、挿入側AOTF制御CPUに警告を送信し て、再度挿入すべき光信号を生成させる。

クト部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態 【0117】 (本発明と第1の実施形態におけるリジェ る。請求項1ないし請求項3については、後述する受信 処理部分における構成を説明するときに対応関係を説明 におけるリジェクト部分との対応関係について説明す

発生手段はRF債号頭88、98に対応し、基準信号挿 [0118] 請求項4、5に記載の可変被長選択フィル タと第1の実施形態との対応関係については、RF信号 入手段は基準信号光弧82と光カプラ83、89とに対 6、96とEEPROM101とリジェクト倒AOTF 制御CPU87とに対応し、周故数演算手段はEEPR 応し、基準信号検出手段はPD85、95とA/D8 ន

は、強度最大値判別手段はPD85とA/D86とEE PROM101とリジェクト側AOTF制御CPU87 [0119] 請求項11、12に記載の可変被長避択フ イルタと第1の実施形態との対応関係については、重畳 手段はRF信号版88とEEPROM101とリジェク ト側AOTF制御CPU87とに対応し、トラッキング 手段はPD85とA/D86とリジェクト側AOTF制 御CPU87とに対応する。請求項14に記載の可変被 長邉択フィルタと第1の実施形態との対応関係について 8

部84、90とPD85、95とA/D86、96とE 【0120】 請求項15に記載の分岐・挿入装置と第1 の実施形態との対応関係については、RF信号発生手段 は、RF信号順88、98に対応する。請求項16、1 7に記載の分岐・挿入装置と第1の実施形態との対応関 係については、第1の可変波長選択フィルタはAOTF EPROM101とリジェクト側AOTF制御CPU8 7 とRF信号頌88、98とに対応する。 49

後述する挿入部分における構成を説明するときに対応関 [0121] 請求項18ないし請求項20については、

欠に、AOTF部84におけるリジェクト個AOTF制 (第10実施形態におけるリジェクト部分の作用効果) 係を説明する。

[0122] 図14は、基準信号をスキャンする方法を

[0114] 一方、AOTF部90を通過したWDM光 度)とが制御される。

信号は、2つに光を分岐する光カプラ91に入射し、分 岐した一方のWDM光信号は、AOTF部84、90に によって確認される。確認の結果、所望の光信号がリジ め、光スイッチ(以下、「光SW」と略配する。)97 を介して光の故長とその光強度とを監視するスペクトル

[0115] 光SW97は、スペクトルモニタ99によ タに従ってリジェクト側AOTF制御CPU97、分岐 側AOTF制御CPU123および挿入側AOTF制御 CPU145を制御する。その各制御は、上述の確認の

する光増幅器93に入射し、増幅されて光カプラ94に 【0116】また、光カプラ91によって分岐した他方 OWDM光信号は、光カプラ92に入射し、この光カプ ラ92によって後述する挿入部分で生成された光信号と 合波される。合波されたWDM光信号は、光強度を増幅

(91)

特開2000-241782

OM101とリジェクト側AOTF制御CPU87とに

対応する。

とに対応する。

御CPU87の制御について説明する。

以明する図である。図14の縦幅は、PD85で検出し RF信号の固弦数である。リジェクト回AOTF制御C PU87は、OADM装配制御CPU100からリジェ クト欧状を受け、どのこれをリジェクトするが観別する た光徴度に対するA/D86の出力値であり、複幅は、

[0123] そして、リジェクト個AOTF慰御CPU **基準信号を選択して分岐するRF信号の周波数よりも低** 母スキャン開始RF周波数fa (Hz)」、「基準信号 い周波数に散定される。さらに、前述したように第1基 87は、EEPROM101潜復してある「第1 基準倍 中間与を選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に 依存するので、EEPROM101に適当な温度間隔を この第1基準信号スキャン開始RF周波数faは、第1 スキャン開始RFパワーPa (dBm)」を読み込み、 RF信号版88へこれらのデータを送信する(#2)。 おいてその温度ごとに「**を複数用意しておく。

[0124] そして、RF信号版88は、受債した周波 AOTF部84に印加する(#3)。そして、リジェク A / D 8 6 の出力値がE E P R O M 1 0 1 に 密復されて いる茲準信号相促用図値のより大きいか小さいかを判断 する。もし、小さい場合(図14の点A)には、EEP ROM101に哲様されている「基準信号スキャン関係 d (Hz)」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の 数fa およびパワー (強度) Pa のRF信号を発生し、 ト個AOTF側御CPU87は、A/D86を監視し、 周波数 (bを

p + ej = qj

[0125] そして、RF信号弧88は、受信した周波 数1b および最初に受信したパワーPa のRF信号を発 ジェクト回AOTF同仰CPU87は、A/D86を監 祝し、A/D86の出力値がEEPROM101に若復 されている基準信号前提用関値のより大きいか小さいか から状め、新たにRF信号版88へ送信する(#4)。 生し、AOTF部84に印加する (#5)。そして、 を判断する (#6)。

【0126】そして、リジェクト図AOTF制御CPU 87は、A/D86の出力値がaより大きくなるまで# 4から#6までを繰り返す (#7)。 一方、リジェクト 図AOTF慰御CPU87は、A/D86の出力質がα ナンを行うRF佰号の周波数△fa、△fb をfd を中 より大きい場合 (図14の点D、RF俳号の周波数fd 数トラッキング間隔 d (Hz)」を用いて、次にスキ) には、EEPROM101に潜積されている「周波

. . . 2 から求めて、Δ ie およびΔ ib を収衣に新たにRF信 母旗88へ送信する(#8)。 PV+PJ=BJV $\nabla \Phi \nabla - \Phi J = q J \nabla$

【0127】そして、リジェクト切AOTF制御CPU 50 は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受信し

8 7 は、A / D 8 6 を監視し、 A f a に対するA / D 8 6の出力値 (図14の点E) とΔfb に対するA/D8 6の出力値 (図14の点C) と比較する (#9)。そし て、この場合には、Δ fa に対するA/D 8 6 の出力値 の方が大きいので、周波数の中心をſd からΔſa に換 えて、#8および#9を行う(#10)。

【0128】このようにA/D86の出力値が大きい方 に、いずれも点FのA/D86の出力値を超えることが [0129] そして、リジェクト個AOTF制御CPU る(#11)。そして、リジェクト図AOTF慰御CP U87は、その極大値を与える周波数(図14の点Fの の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、ス 点圧、点Fまで移動する。点Fまで中心周波数が移動す ると、点Eと点GのA/D86の出力値を比較した場合 8 7 は、このように極大値を判断してスキャンを停止す **園波数)を第1の基準信号に対するRF信号の周波数 f** キャンを行うと中心の周波数は、図14において点口、 できないので、点Fが極大値と判別することができる。 (1) とする (#12)。

87は、#2から#12を繰り返して、第2の基準信号 【0130】そして、リジェクト図AOTF慰御CPU #2において「第1基準信号スキャン開始RF周波数 1 a (Hz)」の代わりに「第2基準信号スキャン開始R に対するRF佰号の周波数 1 (2) を判別する。ただし、 F 周被数 f aa (Hz)」を使用し、式1の代わりに、

を使用する (#13)。 f bb= f.aa-d

てRF佰母のパワーの最適化を行う。まず、ch1に対 【0131】そして、リジェクト図AOTF慰御CPU リジェクト個AOTF制御CPU87は、各chに対し 応するRF信号の周波数および「基準信号スキャン開始 RFパワーPa (dBm)」をRF信号顧88に送信す 87は、f(1)、f(2)、第1基準債号の波長とch1 の被長との差、第2基準個号の被長とこれ32の被長と の遊および各ch閒隔から各chを避択して遮断するた めのRF佰号の周波数を算出する (#14)。 そして、 5 (#15).

#8から#11において、Paを及初の中心とし、「周 被数トラッキング開隔△df(Hz)」を「パワートラ ッキング岡隔 V dp (Hz)」に代えただけで回換に極 る。そして、OADM装置制御CPU100は、光カプ ラ91と光SW97とを介してスペクトルモニタ99に リジェクト後のAOTF部90から出力されるWDM光 **作号を監視させ、所望の信号がリジェクトされているか** 否か、リジェクションレベルはどの程度かを削定させる [0132] このRF信号のパワーの最適化の方法は、 大位を判別することができるので、その説明を省略す (#16)。

[0133] そして、OADM装置制御CPU100

(8)

時国2000-241782

PU87に送信する (#17)。そして、リジェクト側 ションレベル図値β (dBm)」より大きいか否かを判 断する。受信したリジェクションレベルがBより小さい 場合および警告を受信した場合は、再度第1基準債号お 1、 リジェクションフステかリジェクト宮AOFF 5倍 CPU87に送信する。さらに、リジェクトchを関っ ている場合にはその警告もリジェクト側AOTF制御C AOTF制御CPU87は、受信したリジェクションレ ペルがEEPROM101に若積されている「リジェク よび第2基準佰号のスキャンを行う(#18)。

[0134] また、AOTF部90に対するRF信号の 周波数とパワーのスキャンは、#1から#18と同様の って行われるので、その説明を省略する。そして、リジ ェクト側AOTF制御CPU100は、遮断すべきch に対応するRF伯号の周波数を資算して、その周波数の RF信号をAOTF84またはAOTF部90に印加し 創御でリジェクト側AOTF制御CPUの制御87によ て、所留のchを遮断させる (#19)。

基準信号がない場合には、EEPROM101は、第2 【0135】なお、基準個身が第1基準個身だけで第2 基準信号スキャン開始RF周波数および第2基準信号ス キャン終了RF周波数に代えて、単位RF信号の周波数 ジェクト個AOTF倒御CPU87は、#13および# **改長との笠、単位RF信号の周波数変化に対する選択波** 変化に対する選択被長変化の値を蓄積する。そして、リ 14に代えて、「(1)、第1基準信号の改長とch1の **長変化の値および各ch囲隔から各chを避択して遮断** するためのRF信号の周波数を類出することを行う。

る前に、そのこれを遮断するRF伯母の周波数を探すの させてもほぼ同様の特性を示すから、前回に行った結果 で、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを補償 借号を遮断することができる。なお、所留のこれの光信 号を遮断する既に、#1から#19までを繰り返しても は、図10で前述したようにRF信号の入力強度とリジ 【0136】このように、所望のchの光信号を遮断す することができる。したがって、正確に所留のchの光 ェクションレベルとの関係は、RF信号の周波数を変化 よいが、#15のRF信号のパワーの最適化について を使用して#15を省略することができる。

【0137】また、上述では、基準信号を基準信号光源 8.2によってWDM光信号に挿入したが、光通信ネット ワークを運用する上での監視信号であるOSC (Optica ても、最適なRF信号は、温度変化、RF信号の周波数 4、90に印加することにより、正确に所留のこれの光 1 Supervisary channel)を基準信号として利用しても よい。こうして最適なRF信号の周波数をAOTF部8 **信号を遮断することができるが、遮断している間におい** のシフトおよびゆらぎなどにより、シフトすることがあ そのため、所望のこれを正確に遮断するために母適 なRF信号の周波数をトラッキングする必要がある。

5。図15は、トラッキング用の変腐放長と出力光との 信号の周波数が、上述で求めた所留のch を遮断するた は、正弦波状のトラッキング用の変頭信号であり、曲線 樹軸は、RF信号の周波数である。曲線2は、AOTF 部の選択特性であり、ほぼ左右対称な上に凸の曲線であ る。この図15において、光強度の最大値を与えるRF めに设適なRF低号の周波数である。 切輪の下部の曲線 関係を示す図である。図15の縦軸は、光強度であり、 【0138】次に、このトラッキングについて説明す 2の右上の由線は、これに応じた出力光である。

[0139] AOTF部84におけるトラッキングとA 中心にわずかに変えて、図15に示すトラッキング用の F部84に印加するRF信号の周波数を吸道な周波数を **変調信号を生じさせる。この変調信号を10kHzから** る。図12、13、15において、リジェクト回AOT F間御CPU87は、RF信号駅88を側御してAOT 〇TF部90におけるトラッキングとは、同様なので、 AOTF部84におけるトラッキングについて説明す 1MH zの周故数、例えば、20kH zとする。

[0140] AOTF部84で遮断される所留のchの 光伯号は、この変闘信号成分を含んでAOTF部84に よって選択されて分岐し、PD85に入射する。PD8 5は、この光信号の光効度を検出しA/D86を介して リジェクト個AOTF制御CPU87に出力する。この ため、リジェクト個AOTF制御CPU87は、この変 関係中に対応した光強度の出力値を待られる。 ន

OTF制御CPU87は、A/D86の出力値が設も大 曲級Zがほぼ左右対称な上に凸の曲線であるので、RF 【0141】ここで、光信号をトラッキング用の変調信 号で変闘しても、本来、AOTF部84において磁断さ れる光信号であるから、何ら問題ない。リジェクト個A きくなるように制御する。これは、図15に示すように 借与の周波数を高い方と低い方とに極くわずか扱った場 合、周波数の高い方と低い方の両方でA/D86の出力 値が小さくなれば、その中心の周波数がA/D86の出 力値が取も大きくなるからである。 ဓ

号の周波数を維持することができる。ここで、RF信号 [0142] また、このようにA/D86の出力値が扱 も大きくなるように制御することにより、最適なRF佰 の周波数を高い方と低い方とに扱る範囲は、極わずかで であるから、少なくとも±45kHz以内にする必要が ある。さもないと隣接する。hを遜断してしまうことに あるが、O.8nm側隔のWDM光信号の場合では隣接 するch間に対するRF信号の周波数の遊が90kHz 9

7に周波数カウンタを散けた場合には、A/D86の出 力値の周期を検出することによっても扱適なR F 信号の 周波数を維持することができる。すなわち、RF信号版 【0143】なお、リジェクト側AOTF制御CPU8 88が発生するRF個母の周波数が最大値を与える周波 なるからである。

調信号が1周期する間に、曲線2の極大値から周波数の 数に一致する場合は、この出力値は、トラッキング用変 高い側に1往復し、さらに周波数の低い側に1往復する 方、RF信号頭88が発生するRF信号の周波数が最大 ので、この変調信号の2倍の周故数の正弦波となる。一 値を与える周波数に一致しない場合は、この出力値は、 この変闘信号の2倍の周波数を生じない。

に極大値を与える最適なRF信号の周波数に維持するこ とができる。こうしてAOTF部84は、一度、特定波 [0144] したがって、変調信号の2倍の周期の出力 値が得られるようにRF信号の周波数を調節すれば、常 長の光信号を分岐・挿入するRF信号の周波数が判別さ れた後は、トラッキングによって最適なRF信号の周波 数が制御される。

[0145]また、トラッキング用の変調信号を10k Hzから1MHzの範囲内である20kHzと散定する がない。さらに、その変調信号を1MH2以下とするの で、高速な変調ではないから、リジェクト側AOTF制 ので、LN変調器の可変パイアスコントロール回路用に 既にかけられている1kHzの変調信号と混同すること 卸CPU87の負担となることもない。

8、121と光カプラ114、115、124と光受信 装置の実施形態である。図16は、第1の実施形態にお けるOADM装置に関し、この受信処理部分の構成を示 (第1の実施形態における受信処理部分の構成) この受 を適用して構成された可変被長選択フィルタ・OADM **寸図である。なお、AOTF部112、113とRF信 信処理部分は、請求項1~3、16、17に記載の発明** 号原119、122とPD117、120とA/D11 機116とからなる受信処理を行う部分300は、本受 そのうちの1波を受信処理する部分のみを示し、これら の図に図示していない。さらに、その説明も同一である ため、以下、1 波を受倡処理を行う部分について説明す が、同一の構成であるため、図12および図15には、 **信処理部分が16波の受信処理を行うため16個ある** [0146] 次に、受信処理部分について説明する。

カプラ110に入射する。光カプラ110で分岐した一 [0147] 図16において、前述の光カプラ81で分 岐した32波のWDM光信号は、2つに光を分岐する光 方のWDM光信号は、光カプラ81で32弦のWDM光 信号が分岐したか否かを確認するために、光SW97を 介してスペクトルモニタ99に入射し、OADM装置制 CPU100は、WDM光信号が分岐されていることを に信号を送信し、AOTF制御CPU123に受信処理 御CPU100によって確認される。OADM装置制御 確認すると、後述する分岐側AOTF制御CPU123

DM光信号は、1×16光カプラ111に入射し、16 50 [0148] 一方、光カブラ110で分岐した他方のW

の32故のWDM光信号に分配され分岐する。したがっ て、1×16光カプラ111から出力されるWDM光信 で、1×16光カプラ111は、16に分配して分岐す る光カプラを使用したが、これは、第1の実施形態にお ることに対応する。すなわち、仮にこのOADM装置が 8 波を分岐・挿入することができる場合には、8 に分配 けるOADM装置が16波を分岐・挿入することができ して分岐する光カプラでよい。そして、この場合には、 号には、32故の光信号が含まれている。なお、ここ 受信処理を行う部分300ち8個でよい。

[0149] 1×16光カプラ111で分配されて分岐 したWDM光信号は、AOTF部112に入射する。A 2 によって印加されたRF信号の周波数に対応して特定 OTF部112は、RF信号を発生するRF信号額12 の故長の光信号を入射した光信号から選択して分岐し、 選択されなかった光信号は、そのまま捨てられる。一

2つに光を分岐する光カプラ124で分岐される。この 光カプラ124で分岐した一方の光信号は、その光信号 方、AOTF部112で選択されて分岐した光信号は、 を受光して光強度を検出するPD120に入射する。

【0150】このPD120は、受光した光強度に従っ たレベルの電気信号をA/D121に出力する。A/D 121は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換 して分岐側AOTF制御CPU123に送信する。分岐 関AOTF制御CPU123は、スキャン開始RF周波 数、スキャン終了RF周故数、スキャンRFパワーおよ び単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値 などのデータを蓄積したEE P R OM 1 2 5 とデータ送 受信を行い、AOTF部112、113やRF信号顔1 12、119などを後述するように制御する。

改数とパワーとを制御される。一方、光カプラ124で OTF制御CPU123によって発生するRF信号の周 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 源119によって印加されたRF信号の周波数に対応し 岐する次段のAOTF部113に入射する。AOTF部 113は、再度AOTF部112と同一これを選択して 【0151】また、RF信号頭122は、この分岐側A て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 は、AOTFの波長選択特性の幅が広いことから、所望 のchに隣接するchからの影響をなくし確実に所望の 分岐する。このようにAOTFを2段縦続接続するの c h を選択するためである。

[0152] AOTF部113によって選択されて分岐 した光信号は、2つに光を分岐する光カプラ114に入 射する。光カプラ114で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出する PD117に入射 する。このPD117は、受光した光強度に従ったレベ ルの電気信号をA/D118に出力する。A/D118 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して分 岐側AOTF制御CPU123に送信する。

[0153]また、RF信号額119は、この分岐側A

OTF制御CPU123によって発生するRF信号の周 c h の光信号が選択されて分岐されたか否かを確認する 波数とパワーとを制御される。一方、光カプラ114で 分岐した他方の光信号は、光カプラ115に入射し、光 ため、光SW97を介してスペクトルモニタ99に入射 カプラ115で再度2つに分岐される。この光カプラ1 15で分岐した一方の光信号は、光信号を復調して受信 [0154]また、この光カプラ115で分岐した他方 の光信号は、AOTF部112、113によって所望の る。OADM装置制御CPU100は、所望のchの光 信号が選択されて分岐していないことを確認すると、分 岐側AOTF制御CPU123に信号を送信し、AOT F制御CPU123は、再度AOTF部112、113 処理を行う光受信機116に入射し、受信処理される。 し、OADM装置制御CPU100によって確認され を制御して受信処理を行う。

おける受信処理部分との対応関係について説明する。請 【0155】 (本発明と第1の実施形態における受信処 水項1~3に記載の可変波長選択フィルタと受信処理部 分との対応関係については、RF信号発生手段はRF信 理部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態に 号源119、122に対応し、光強度検出手段はPD1 ROM125とに対応し、周波数制御手段は分岐側AO 8、121と分岐側AOTF制御CPU123とEEP 17、120に対応し、最大値判別手段はA/D11 TF慰御CPU123に対応する。

ន

長選択フィルタはAOTF部112、113とPD11*30 と受信処理部分との対応関係については、第2の可変波 [0156] 請求項16、17に記載の分岐・挿入装置

f bdr &

から求め、新たにRF債号頭122~送信する(#3

[0159] そして、RF信号頭122は、受信した周 改数 f bdr およびパワー Padr のRF信号を発生し、A OTF部112に印加する (#35)。そして、分岐側 A/D121の出力値がEEPROM125に蓄積され ている基準信号補促用関値adrより大きいか小さいかを AOTF制御CPU123は、A/D121を監視し、 判断する (#36)。

から求めて、△fadr および△fbdr を順次に新たにR △ fadr = fedr + △ ddr Δ f bdr = f edr - Δ d dr

[0161] そして、分岐側AOTF制御CPU123 21の出力値とΔfbdrに対するA/D121の出力値 D121の出力値よりΔfadr に対するA/D121の は、A/D121を監視し、∆fadr に対するA/D1 と比較する (#39)。そして、Δ f bdr に対するA/

F 信号顔 122~送信する (#38)。

特開2000-241782

620

*7、120とA/D118、121と分岐側AOTF制 御CPU124とEEPROM125とRF信号級11 9、122とに対応する。

(第1の実施形態における受信処理部分の作用効果) 次 に、AOTF部112における分岐側AOTF制御CP [0157] 分岐側AOTF制御CPU123は、OA U123の制御について説明する。

DM装置制御CPU100から受信処理要求を受け、ど 分歧側AOTF制御CPU123は、EEPROM10 を読み込み、RF信号頭122~これらのデータを送信 低い周波数に散定される。さらに、前述したようにch 1を選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に依存 は、ch1を選択して分岐するRF信号の周波数よりも するので、EEPROM125に適当な温度関隔をおい z)」、「スキャン開始RFパワーPadr (d Bm)」 のchを受信処理するか識別する(#31)。そして、 1蓄積してある「スキャン開始RF周波数fadr (H する (#32)。このスキャン開始RF周波数 fadr てその温度ごとにfadr を複数用意しておく。

[0158] そして、RF信号頭122は、受信した周 遊数fadr およびパワー (強度) Padr のRF信号を発 を監視し、A/D121の出力値がEEPROM125 に蓄積されている基準倡号補提用閾値αdrより大きいか 2)」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数 て、分岐側AOTF制御CPU123は、A/D121 小さいかを判断する。もし、小さい場合には、EEPR 生し、AOTF部112に印加する(#33)。そし OM125に蓄積されている「スキャン間隔 d dr (H

※ [0160] そして、分岐側AOTF制御CPU123 は、A/D121の出力値がadrより大きくなるまで# 34から#36までを繰り返す (#31)。 一方、分岐 園AOTF制御CPU123は、A/D121の出力値 がadrより大きい場合には、EEPROM125に蓄積 を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数△fad r 、Δfbdr をそのときにRF信号源122に印加され されている「周波数トラッキング開隔 A dむ (Hz)」 ている周波数 ferd を中心にして、

9 . . .

方、 Δ fadr に対するA/D121の出力値よりΔfbd は、周波数の中心をfedrから△fbdrに換えて、#3 r に対するA/D121の出力値の方が大きい場合に ら∆fadr に換えて、#38および#39を行う。 8および#39を行う (#40)。

【0162】このようにA/D121の出力値が大きい スキャンを行うと中心の周波数は、A/D121の出力 方の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、

22

出力値の方が大きい場合には、周波数の中心を fedr か

団の極大値を与える周波数まで移動する。そして、分岐 図AOTF創御CPU123は、このように極大値を判 **杤したスキャンを停止する(#41)。**

[0163] そして、分岐回AOTF同仰CPU123)とする (#42)。そして、分岐図AOTF慰御CP U123は、f (ch1)、c h 1の故段、単位RF信号の 国政数変化に対する選択故長変化の値および各ch 間隔 から各chを選択して分岐するためのRF信号の周波数 は、その極大値を与える周波数をch1の周波数 f (chi を算出する (#43)。

の同位の制御によってRF信号の周波数と避択波長との [0164] そして、#31から#43までの回綴の慰 2段に縦続している場合には、光信号の進行方向に対し て前段のAOTF部112のRF信号の周波数と選択故 長との関係を判別している間は、RF伯母の周波数のス 後段のAOTF部113において#31から#43まで 関係を判別できない。このためAOTF部112のRF 仰により、AOTF前113についも各chを題択して 4)。ここで、図12、16に示すようにAOTF部が キャンに従い光信号が遊択されて分岐してしまうので、 分岐するためのRF信号の周波数を算出する (#4

れているか否か、選択・分岐レベルはどの程度かを測定 させる (#45)。そして、OADM装置傾御CPU1 123に送信する。さらに、遊択・分岐にhを関ってい る場合にはその警告も分岐側AOTF側御CPU123 は、光カプラ115と光SW91とを介してスペクトル される光信号を監視させ、所留の光侶号が週択・分岐さ 00は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受 信して、選択・分岐レベルを分岐側 AOTF制御CPU モニタ99に避択・分岐後のAOTF部113から出力 **【0165】そして、OADM装函向御CPU100** に送信する (#46)。

m) 」より大きいか否かを判断する。受債した選択・分 [0166] そして、分岐回AOTF回卸CPU123 は、受信した選択・分岐レベルがEEPROM125に 岐レベルがβむより小さい場合および警告を受信した場 て、分岐回AOTF同海CPU123は、受信処理すべ きっトに対応するRF信号の周改数を資策して、その周 **改数のRF信号をAOTF112、113に印加して、** 合は、再度ch1のスキャンを行う (#47)。そし 所留のchを光受信機116に受信処理させる(#4 数徴されている「遊択・分板レベル関値βdr (dB

[0167] なお、上述の説明では、こり1をスキャン が、別のchをスキャンしたこの国係を位揮してもよ してRF信号の周波数と選択被吸との関係を質算した

極大値の数を計数するととともに、 c h 1 に対応す (Hz)」として、#32から#43の制御を行う。そ して、極大値の計数値に1を足して、c h 2に対応する 極大値を与えるRF 信号の周波数をch3の極大値をス キャンするための「スキャン開始RF周波数 fadr (H る極大値を与えるRF伯号の周波数をch2の極大値を **順次同様の制御を目標のchになるまで行い、このとき** z) 」として、#32から#43の制御を行う。以下、 い。この場合には、分岐側AOTF制御CPU123 スキャンするための「スキャン開始RF周波数Íadr

を記憶するRAMをさらに設けて、32茂すべてのch のスキャンを行うようにしてもよい。このように、所留 に、そのこれを選択して分岐するRF伯号の周波数を探 [0168] また、EEPROM125の他に分岐側A OTF削御CPU123とデータの送受信を行いデータ すので、温度変化などによるRF借号の周波数シフトを 補償することができる。したがって、正確に所望のch のchの光信号を光受信機116で受信処理を行う前

[0169] 次に、挿入部分について説明する。 の光信号を受信処理することができる。

は、時分削で行う必要がある。AOTF部を多段に縦続

放脱した場合も同様である。

信号の周波数と避択改長との関係の判別とAOTF部1

13のRF信号の周波数と選択波長との関係の判別と

ន

(第1の実施形態における挿入部分の構成) この挿入部 分は、酌水項16~20に記載の発明を適用して構成さ れた可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態で ある。図17は、第1の実施形倣におけるOADM装置 に関し、この挿入部分の構成を示す図である。なお、A PD140、143とA/D141、144と光カプラ 32と光SW131とからなる挿入すべき光信号を生成 るため16個あるが、同一の構成であるため、図12お **示し、これらの図に図示していない。さらに、その説明** も同一であるため、以下、1故を生成する部分について OTF部135、136とRF信号源139、142と 134、138、146と光変闢器133と光アンプ1 する部分は、本樿入理部分が16波の椰入倡号を生成す よび図17には、そのうちの1故を生成する部分のみを 脱明する。

した1つのポートには、32波の波長の光が含まれてい [0170] 図17において、32故のWDM光信号の らなるLDパンク137は、波長の異なる32波のレー ザ光を発生させ、光カプラ138に入射させる。入射し に16に分配され分岐する。したがって、分配され分岐 各光信号の対応する波長の光を発生する32個のLDか た32故のレーザ光は、光カプラ138で合政された後

[0171] 分配されて分岐したレーザ光は、AOTF 発生するRF債号頭139によって印加されたRF債号 の周波数に対応して特定波長の光を入射した32波の光 (WDM光) から選択して分岐し、選択されなかった光 部136に入射する。AOTF部136は、RF信号を

は、そのまま捨てられる。一方、AOTF部136で選 46で分岐される。この光カプラ146で分岐した一方 の光は、その光を受光して光強度を検出するPD140 **Rされて分岐した光は、2つに光を分岐する光カプラ1**

たレベルの低気信号をA/D141に出力する。A/D 側AOTF制御CPU145は、スキャン開始RF周波 数、スキャン終了RF周波数、スキャンRFパワーおよ 【0172】このPD140は、受光した光強度に従っ 141は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換 して挿入側AOTF制御CPU145に送信する。 挿入 び単位RF信号の周波数変化に対する選択被長変化の値 などのデータを若積したEEPROM 1 4 7 とデータの に、挿入倒AOTF制御CPU145は、印加している 送受佰を行い、AOTF部135、136やRF倡号顧 RF信号の周波数とそのときのA/D141、144か らの出力値を勘額するRAM148とデータの送受信を 139、142などを後述するように制御する。さら

のRF信号の周波数などを用いてRF信号の周波数と選

択波長との関係を資算すればよい。

[0173] また、RF信号頭139は、この抑入側A て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 岐する次段のAOTF部135に入射する。AOTF部 135は、再度AOTF部136と同一chを選択して 稅接稅することによって、選択光の半位福を狭くするた めである。このように半値幅を狭くすることによりこの レーザの波長のchに隣接するchへの影響を少なくす OTF制御CPU145によって発生するRF値号の周 故数とパワーとを制御される。一方、光カプラ146で 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 版142によって印加されたRF信号の周波数に対応し は、AOTFの被長週択特性の幅が広いことから2段縦 分岐する。このようにAOTFを2段縦帯接続するの ることができる。

は、受債したアナログ信号をデジタル信号に変換して抑 [0174] AOTF部136によって選択されて分岐 射する。光カブラ134で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出する PD143に入射 する。このPD143は、受光した光強度に従ったレベ nの塩気信号をA/D144に出力する。A/D144 した光信号は、2つに光を分岐する光カプラ134に入 入側AOTF制御CPU145に送信する。

[0175] また、RF信号頃142は、この挿入側A OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 故数とパワーとを制御される。一方、光カプラ134で 分岐した他方の光信号は、送出すべき情報に従って入力 した光を変調する光変闘器133に入射する。入射した LDは、この光変闘器133によって変闘され抑入すべ き光信号となる。この光信号は、光強度を増幅する光ア ンプ132によって増幅され、光SW131に入射す

特国2000-241782

(22)

めるためにRF信号の周波数をスキャンする場合は、何 え、光信号を仰入すべく16×1光カプラ130に入射 【0176】この光SW131は、入射した光信号を後 段の16×1光カプラ130に入射させるか、または何 って行われ、RF信号の周波数と避択波長との関係を求 させる場合は、16×1光カプラ130に入射させるよ により、RF伯号の周波数と週択波長との関係を状める ためにRF信号の周波数をスキャンする間に、選択され なかった光 (非選択光)を16×1光カプラ130に入 94とを介して光伝送路に送出することはないので、光 る。この切換は、梅入倒AOTF制御CPU145によ うに切り換える。このように光SW131を散けること (非選択光)を光カプラ92と光アンプ93と光カプラ 伝送路を伝送するWDM光信号とクロストークすること も接続していない光導波路に入射させるかを切り換え も接続していない光導波路に入射させるように切り換 **射させることがない。このため、遊択されなかった光**

2

借号は、前述したようにリジェクト部分によって遮断さ ラ94とを介して、WDM光信号として光伝送路に送出 6×1光カプラ130に入射し、この16×1光カプラ 92に入射する。光カプラ92に入射した合故された光 れなかった光信号と合故されて、光アンプ93と光カブ によって他の抑入すべき光佰号と合波されて、光カプラ [0177] 光SW131から出力された光信号は、1 され、次のノードへ送信される。

8

【0178】 (本発明と第1の実施形態における挿入部 6、17に配破の分岐・挿入装置と挿入理部分との対応 分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態におけ 関係については、第3の可変徴長避択フィルタはAOT る抑入部分との対応関係について説明する。 前水項1 ಜ

1、144と挿入側AOTF削御CPU145とEEP F的135、136とPD140、143とA/D14 ROM1472RF信号版139、1402に対応す

タと抑入部分との対応関係については、配億手段はRA ルタはAOTF部135、136とPD140、143 [0179] 請求項18、19に記載のスペクトルモニ 部分との対応関係については、第3の可変改長選択フィ 45とEEPROM147とRAM148とRF信号版 139、140と光SW131とに対応し、過択倒御手 とA/D141、144と抑入園AOTF制御CPU1 M148に対応し、磁断年段は光SW131に対応す 段は樺入園AOTF側御CPU145に対応する。

【0180】(第1の実施形態における抑入部分の作用 AOTF制御CPU145の制御について脱明する。 抑 数果) 女に、AOTF部135、136における抑入図 A側AOTF創御CPU145は、OADM数個側御C PU100から椰入酢可を受け、どのchの光信号を生

ಜ

成すべきか離別する (#51)。

に印加し、所望の c h の光を光変調器 1 3 3 に入射させ [0181] 挿入側AOTF制御CPU145は、光S W131を何も接続していない光導波路に入射させるよ うに切り換える (#52)。この後のRF信号の周波数 と選択波長との関係を判別する制御は、前述の#42か ら#48と同様に考えることができるので、その説明を る。この所望のchの光は、光変調器133で送出すべ は、挿入すべきchに対応するRF信号の周波数を演算 して、その周波数のRF信号をAOTF135、136 き情報に基づいて変闘され、挿入すべき光信号が生成さ 省略する。そして、挿入側AOTF制御CPU145

PU145は、前述の#32と#44までの制御の間に る前に、そのchを選択して分岐するRF信号の周波数 トを補償することができる。したがって、正確に所望の c h の光信号を挿入することができる。一方、スペクト ルモニタとして動作するときは、挿入側AOTF制御C おいて、スキャン周波数を変えたときに、そのRF信号 の周改数とその周改数に対するA/D141、144か を探すので、温度変化などによるRF信号の周波数シフ らの出力値の極大値をRAM145に記憶する制御を行 【0182】このように、所望のchの光信号を生成す うこと以外#32か5#44と同様の制御を行うので、 その説明を省略する。

の故長とそのときの光強度とを検出するスペクトルモニ [0183] そして、挿入側AOTF制御CPU145 は、RF信号の周波数と選択波長との関係に基づいてA /D141、144からの出力値とレーザの波長との対 応付けを行う。このように制御することにより、レーザ タとして使用することができる。

\$ 制御について説明する。図12、13、16,17にお [0184] 次に、この第1の実施形態におけるOAD いて、OADM装置制御CPU100は、どのchを遊 する。この信号を受けたリジェクト側AOTF制御CP U87は、上述の#1から#19の制御を行い、所望の 送信する。そして、リジェクト側AOTF制御CPU8 7 は、上述のトラッキングを行い、最適な遮断状態を維 M装置において、光信号を分岐・挿入する場合の全体の **斯すべきかリジェクト個AOTF制御CPU87に送信** c hを遮断したことをOADM装置制御CPU100に

23は、上述の#31から#48の制御を行い、所望の 50 [0185] 信号を受けたOADM装置制御CPU10 9を介して所望のchを遮断したことを確認すると、ど 0は、光カプラ91と光WS97とスペクトルモニタ9 のchの光信号を受信処理するか分岐側AOTF制御C PU123に送信し、さらに、どのc hに光信号を挿入 [0186] 信号を受けた分岐側AOTF制御CPU1 すべきか挿入側AOTF制御CPU145に送信する。

c h の光信号を受信処理したことをO A D M装置制御C PU100に送信する。また、信号を受けた挿入側AO TF制御CPU145は、上述の#51から#53の制 御を行い、所望のchの光信号を生成したことをOAD OADM装置制御CPU100は、光カプラ94と光W S97とスペクトルモニタ99を介して所望のchの光 M装置制御C P U 1 0 0 に送信する。この信号を受けた 信号が挿入されたことを確認する。

[0187] こうして、所望のchの光信号は、分岐・ **挿入される。次に、別の実施形態について説明する。**

6、7、13、16に記載の発明を適用して構成された (第2の実施形態の構成) 第2の実施形態は、請求項 可変放長選択フィルタ・OADM装置の実施形態であ [0188] 図18は、第2の実施形態におけるOAD M装置の構成を示す図である。図18において、32故 のWDM光信号は、光強度を増幅する光アンプ150に よって増幅され、光カブラ151に入射する。WDM光 信号には、この光アンプ150によってASEが重量さ れる。この光カプラ151は、入射したWDM光信号を 2つに分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、1 枚 のニオブ酸リチウム基板上にAOTF部1とAOTF部 F部1の入力側に入射する。一方、分岐した他方のWD 2とを形成したAOTFユニット153におけるAOT M光信号は、AOTF部2の入力側に入射する。

[0189] このAOTFユニット153は、不図示の ペルチェ素子によって2つのAOTF部1およびAOT F部2を同一温度となるように後述するAOTF制御C PUによって制御される。AOTF部1は、16数の光 信号を生成することができる光信号生成回路152から WDM光信号に挿入し、この挿入と同時にこのRF信号 の周波数に応じた波長の光信号をWDM光信号から選択 して分岐する。この印加されるRF信号は、RF信号版 161によって発生し、AOTF制御CPU158によ 58によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制 A.射する光信号を印加されるR.F.信号の周波数に応じて 5。また、RF信号頭161は、AOTF制御CPU1 って切換制御されるスイッチ162を介して印加され 卸される。 8

【0190】また、分岐した光信号は、16波の光信号 を受信処理することができる受信処理回路154に入射 入されて、光カプラ155に入射する。光カプラ155 は、このWDM光信号を2つに分岐して、一方を光伝送 し、受信処理される。一方、AOTF部1を通過するW DM光信号は、光信号生成回路152からの光信号を挿 路に送出し、次段のノードに送信する。また、分岐した 他方を光WS156に入射する。

[0191] 一方、光カブラ151で分岐した32故の WDM光信号は、AOTFユニット153におけるAO TF部2の入力側に入射する。このAOTF部2は、R

F信号の周波数と選択被長との関係を判別するために使 印加されたRF信号の周波数に対応して特定波長の光信 用される。AOTF部2は、RF信号源161によって 号を入射したWDM光信号から選択して分岐する。選択 されなかったWDM光信号と選択され分岐した光信号と ともに、光SW156に入射する。

れた光信号をスペクトルモニタ157に入射させる。ス ペクトルモニタ157は、検出した光の故長とその光強 [0192] 光SW156は、スペクトルモニタ157 によって光SW156に入射するいずれの光信号をスペ クトルモニタ157に入射させるかを制御され、指示さ 度とをAOTF制御CPU158に出力する。AOTF 制御CPU158は、スペクトルモニタ157から受信 した光の波長と光強度とをRAM159に蓄積する。ま た、AOTF制御CPU158は、ASEリジェクトR F周波数、ASEリジェクトRFパワーおよび単位RF 信号の周波数変化に対する選択故長変化の値などのデー タを蓄積したEEPROM160とデータの送受信を行 い、AOTFユニット153、RF信号頭161および スイッチ162を後述するように制御する。

以下、本発明と第2の実施形態との対応関係について説 とEEPROM160に対応し、周波数項算手段はAO し、RF信号発生手段はRF信号源161に対応し、ス ペクトルモニタはスペクトルモニタ 157に対応し、故 長判別手段はAOTF制御CPU158とRAM159 明する。請求項6に記載の可変故長選択フィルタとの対 [0193] (本発明と第2の実施形態との対応関係) 応関係については、光増幅器は光アンプ150に対応 TF制御CPU158とEEPROM160に対応す

【0194】請求項7に記載の可変改長避択フィルタと の対応関係については、RF信号発生手段はRF信号源 158とEEPROM160に対応する。請求項13に 記載の可変波長選択フィルタは、AOTFユニット15 3に対応し、温度制御手段はペルチェ素子とAOTF制 161に対応し、スペクトルモニタはスペクトルモニタ 157に対応し、周波数演算手段はAOTF制御CPU **御CPU158に対応する。**

理部分との対応関係については、第1の可変波長選択フ 【0195】請水項16に記載の分岐・挿入装置と挿入 イルタはAOTFユニット153とRF信号領161と スペクトルモニタ157とAOTF制御CPU158と EEPROM1602RAM159221622

(第2の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU15 8 は、光信号をAOTF部1によって分岐・挿入する前 に、AOTF部2を使用して、その温度におけるRF信 号の周波数と選択波長との関係をAOTF部2を使用し

22 [0196] AOTF部1とAOTF部2とは、同一基

特開2000-241782

(54)

故数変化に対する選択故長変化の値などの諸特性はほぼ AOTF部2におけるRF信号の周波数と選択波長との 板上に形成されていることから、その単位RF信号の周 同一である。また、ペルチェ繋子によってAOTF部1 とAOTF部2とは、同一の温度であるから、判別した 関係は、そのままAOTF部1に当てはまる。

【0197】このため、光伝送路を伝送するWDM光信 号に影響を与えることなく、RF信号の周波数と選択波 長との関係を判別することができる。そして、判別した 結果を用いるので、光伝送路を伝送するWDM光信号か なに、R F 信号の周波数と選択波長との関係を求める手 ら所望の光信号を正確に分岐・挿入することができる。 頃について説明する。

OTF制御CPU158は、EEPROM160蓄積し [0198] AOTF制御CPU158は、スイッチ1 6 2を切ってRF信号版161からのRF信号をAOT F部1に印加しないようにする (#61)。そして、A てある「ASEリジェクトRF周故数」、「ASEリジ エクトRFパワー」を読み込み、RF債号頭161へこ れらのデータを送信する (#62)。

故数およびパワーのRF信号を発生し、AOTF部1に [0199] そして、RF信号頌161は、受信した周 印加する (#63)。そして、AOTF制御CPU15 選択して分岐しない (AOTF部2を通過する) 光信号 8は、スペクトルモニタ157にAOTF部2において は、光SW156に指示してAOTF部2において選択 して分岐しない光信号をスペクトルモニタ157に入射 をモニタするように制御し、スペクトルモニタ157 させるように制御する (#64)。

[0200] そして、スペクトルモニタ157は、WD M光信号の改長帯域にわたって光の波長とその波長にお ける光強度とをモニタして、その結果をAOTF部制御 CPU158に送信する (#65) 30

そして、AOTF制御CPU158は、これらの受信デ **一タを一旦RAM159に蓄積する (#66)。**

[0201] そして、AOTF制御CPU158は、蓄 徴したデータを解析してASEの鑑みを検索する(#6 7)。この検索は、一定の関値を設定し、その関値以下 とによって行うが、この手法は、第1の実施形態で説明 の光強度の範囲において、光強度の極小値を判別するこ した極大値を求める手法と同様の考えによって行うこと \$

[0202] そして、AOTF制御CPU158は、こ 単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値お よび各ch間隔から各chを選択して分岐するためのR の極大値を与える故長、ASEリジェクトRF周故数、 F信号の周波数を算出する(#68)。 がでできる。

[0203] そして、AOTF158は、所留のchに 対応するRF信号の周波数を発生するようにRF信号版 161を制御する。さらに、スペクトルモニタ157に

即CPU158は、面路の結果所留のchの光信号が分 1)。こうして、所留のこれの光信号が正確に分岐・抑 [0204] そして、スペクトルモニタ157は、その モニタ結果をAOTF部制御CPU158に送信し、A OTF側御CPU158は、所留のchの光信号が分岐 されたか否か確認する (#70)。 そして、AOTF制 RF信号級から発生する所留のchに対応するRF信号 の周波数がAOTF部1に印加されるようにする(#7 岐されている場合には、スイッチ162をオンにして、

OTF部2によって、そのchを分岐・挿入するRF信 【0205】─方、AOTF側御CPU158は、確認 は、#61から#70を繰り返す。このように、所留の c hの光信号を分岐・仰入する前にRF信号確認用のA 時の国波数を探すので、温度変化などによるRF信号の **周波数シフトを補償することができる。したがって、正** トルモニタ157においてAOTF部2を通過した光信 身からASEの個みを判別したが、スペクトルモニタ1 57によってAOTF部2で選択され分岐したASEを **直接判別し、このASEの徴及とそのときのRF信号の** 周故数とから、RF信号の周故数と迎択故長との関係を [0206] なお、第2の実施形態においては、スペク **強に所知のchの光信号を受信処理することができる。** の結果所留のこれの光信号が分岐されていない場合に 資料してもよい。

[0207] また、筑2の実施形態において、ASEの 団みの判別は、第1の実施形質で説明した極大値を求め る手法と同様の考えによって行ったが、AOTF部2に ASEリジェクトRF周波数を印加した場合のスペクト ルモニタ157の出力値とAOTF部2にASEリジェ クトR F 周波数を印加しない場合のスペクトルモニタ 1 57の出力値との粒をとることによっても判別すること

~10、16に配載の発明を適用して構成された可変被 及選択フィルタ・OADM装置の実施形態である。図1 9は、第3の実施形態におけるOADM装置の構成を示 【0208】次に、別の実施形態について説明する。

が散けられている。このPBS176は、光伝送路から 172と第2の光導波路173とを形成する。これら光 [0209] 図19において、AOTF削170は、圧 配作用を示すニオブ酸リチウムの基板に第1の光導波路 り、これら2つの交叉する部分にPBS176、177 **専設路172、173は、互いに2箇所で交叉してお**

を進行する。また、PBS176は、8改の光信号を生 成することができる光信号生成回路181から第1の光 尊故路172に入射した挿入すべき挿入光信号をTMモ ードとTEモードとに分離し、分離したTMモードの挿 入光倡号は、第1の光導故路173を進行し、分離した TEモードの光信号は、第2の光導波路173を進行す 第1の光導波路172に入射したWDM光信号をTMモ **ードとTEモードとに分盛し、分磨したTMモードのW** DM光倡号は、第1の光導故路172を進行し、分離し たTEモードのWDM光信号は、第2の光導波路173

る第1の光導波路172上には、金凧膜の第1のSAW ド175には、櫛を交互にかみ合わせた形状の電極であ U191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御 【0210】PBS176とPBS177との間におけ **る第1の1DT174にRF信号を印加することによっ** て発生する弾性表面故が伝搬する。この第1の1071 7.4に印加するRF信号は、後述するAOTF制御CP ガイド175 が形成されている。この第1のSAWガイ されるRF借号版171で発生する。

[0211] また、PBS176とPBS177との関 こおける第2の光導被路173上には、金属膜の第2の DT179に印加するRF信号は、AOTF制御CPU SAWガイド178が形成されている。この第2のSA Wガイド178には、 歯を交互にかみ合わせた形状の電 191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御さ 極である第2の1DT179にRF信号を印加すること によって発生する単性牧面改が伝搬する。この第2の1 れるRF佰号版180で発生する。

号のうちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波 ちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波畏のみ 及のみが、TMモードからTEモードに入れ替わる。同 78と交叉する部分において、弾性安面波による屈折率 の周期的な変化が発生する。第2の光導破路173を遺 【0212】第1の光導放路172は、第1のSAW# イド175と交叉する部分において、弾性表面故による 2を進行するTMモードのWDM光信号および挿入光信 **版に、第2の光導波路173は、第2のSAWガイド1** 行するTEモードのWDM光信号および挿入光信号のう 屈折率の周期的な変化が発生する。第1の光導波路17 が、TEモードからTMモードに入れ替わる。 ဓ္က \$

分岐し、光カプラ183に入射する。一方、相互作用を 3を道行して、通過WDM光信号として通過し、光伝送 [0213] そして、この入れ替わったWDM光信号お よび抑入光信号は、PBS177によって進行方向が変 わる。このため、相互作用をした波長のWDM光信号の み第1の光導被路172を進行して、分岐光信号として しなかった被長のWDM光信号は、第2の光導被路17 路に送出される。

【0214】また、相互作用をした波長の挿入光信号

20

(28)

特開2000-241782

は、通過するWDM光信号に挿入され第2の光導故路1 73を辿行して、WDM光信号として光伝送路に送出さ れる。光カプラ183に入射した分岐光信号は、この光 カプラ183によって3つに分岐する。分岐した斑1の 分岐光佰号は、8 故の光倡号を受信処理することができ る受債処理回路182に入外し、受債処理される。

分離されたTMモードの分岐光信号は、その分岐光信号 を受光して光強度を検出するPD185に入射する。こ のPD185は、受光した光強度に従ったレベルの信気 借号をA/D187に出力する。A/D187は、受債 8に出力する。A/D188は、受信したアナログ信号 をデジタル信号に変換してAOTF制御CPU191に [0215] 分岐した第2の分岐光信号は、PBS18 したアナログ信号をデジタル信号に変換してAOTF制 卸CPU191に送信する。同様に、分離されたTEモ 受光した光強度に従ったレベルの配気信号をA/D18 一ドの分岐光信号は、その分岐光信号を受光して光強度 4に入射し、TMモードとTEモードとに分離される。 を検出するPD186に入外する。このPD186は、

【0216】また、分岐した第3の分岐光信号は、その 御CPU191は、各種データを苦積したEEPROM 分岐光信号を受光して光強度を検出するPD189に入 射する。このPD189は、受光した光強度に従ったレ ベルの恒気信号をA/D190に出力する。A/D19 AOTF制御CPU191に送信する。このAOTF制 0は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して 192からデータの送受債を行い、RF債号版171、 180を後述するように制御する。

以下、本発明と第1の実施形態との対応関係について脱 明する。 間水項8に配載の可変被長週択フィルタと第3 PBS176に対応し、第1のRF信号印加手段は第1 2のSAWガイド178とに対応し、筑2の偏光手段は の実施形態との対応関係については、第1の偏光手段は し、第2のRF債号印加手段は第2のIDT179と第 【0217】 (本発明と第3の実施形態との対応関係) の1DT174と第1のSAWガイド175とに対応 PBS177に対応する。

第2の実施形態との対応関係については、第1のRF信 **号印加手段は第1の1DT174と第1のSAWガイド** 175とに対応し、第2のRF借号印加手段は第2の1 DT179と第2のSAWガイド178とに対応じ、R D189に対応し、吸大値判別手段はA/D190とA 【0218】 朝水項9に記載の可変被長避択フィルタと F 個号発生手段は第1のR F 個号版171と第2のR F 借号頭180とに対応する。また、光強度検出手段はP OTF 単御CPU191とEEPROM192とに対応 し、周波数制御手段はAOTF制御CPU191に対応

ಜ [0219] 請水項10に記載の可変波長選択フィルタ

PD185に対応し、第2の光強度検出手段はPD18 1882AOTF制御CPU1912EEPROM19 と符2の実施形態との対応関係については、第3の信光 年段はPBS184に対応し、第1の光強度検出手段は 2とに対応し、周波数剛御手段はAOTF制御CPU1 6に対応する。また、吸大値判別手段はA/D187、 91に対応する。

の実施形態との対応関係については、第1の可変被長避 80 L P B S 184 L P D 185, 186, 189 L A /D187、188、190とAOTF慰御CPU19 【0220】 耐水項16に配做の分岐・抑入装図と第2 択フィルタはAOTF部170とRF倡号頭171、1 1とEEPROM192とに対応する。

(第3の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU19 る前に、PD189とA/D190とを介して受信する 出力値を使用して、その温度におけるRF倡号の周波数 と選択故長との関係を判別する。具体的には、以下のよ 1は、光佰号をAOTF部170によって分岐・抑入す う判別する。 【0221】AOTF慰御CPU191は、EEPRO M192数粒してある「TMモードスキャン開始RF周 故数」、「TEモードスキャン開始RF周故数」、「ス キャン開始RFパワー」を睨み込み込む(#80)。 ន

171~「TMモードスキャン開始RF周波数」および [0222] AOTF制御CPU191は、RF信号取 「スキャン開始RFパワー」を送信し、RF信号版18 0~「TEモードスキャン開始RF周波数」および「ス て、AOTF制御CPU191は、常にRF信号原17 キャン開始RFパワー」を送信する (#81)。そし

1とRF信号源180との周波数が一致するようにこれ らのRF借号版171、180を制御して、第1の実施 より、第1の光導波路172に印加されるRF信号の周 **歩苞においた乾型した#34かの#41か回換の氫御に** が同一の場合の及大値を判別する(#82)。このとき のRF信号の周波数を共通及大値周波数と称することと 被数と第2の光導被路に印加されるRF信号の周波数と ဓ

路172にRF信号を印加するRF信号版171を共通 1と同様の考え方によって、TMモードに対する収大値 [0223] そして、AOTF慰御CPU191は、ま ず、第2の光導波路173にRF信号を印加するRF信 母原180を共通吸大値周波数に固定し、第1の光導波 **吸大値周波数の前後に亘る一定の範囲内においてスキャ** ソした、第1の実施形像においた既別した#4から#1 を判別する (#83)。 \$

に、第1の光導被路172にRF信号を印加するRF信 [0224] そして、AOTF慰仰CPU191は、次 母版171を#83で判別した母大値を与える周波数に 固定し、第2の光導波路173にRF債号を印加するR F伯号加180を共通吸大値周波数の前後に亘る一定の

(23)

特開2000-241782

88

随田内においてスキャンして、第1の実施形態において 設明した#4から#11と同様の考え方によって、TE モードに対する最大値を判別する(#84)。 [0225] もちろん、#83においてRF信号頭17 1を固定して、TEモードに対する最大値を判別し、次

に、#84においてRF信号頭180を固定して、TM

モードに対する最大値を判別してもよい。

【0226】そして、AOTF制御CPU191は、TMモードの最大値を与えるRF信号の周波数、ch1の放長、単位RF信号の周波数変化に対する選択改長変化の値記よび各ch同隔から各chを選択して分岐するためのTMモードにおけるRF信号の周波数と選択改長との関係を算出する(#85)。そして、AOTF制御CPU191は、TEモードの最大値を与えるRF信号の周波数、ch1の波長、単位RF信号の周波数変化に対する過級数、ch1の波長、単位RF信号の周波数変化に対する過級数、ch1の波長、単位RF信号の周波数変化に対する過級数、ch1の波長、単位RF信号の周波数変化に対さる過級数と過程を与ためのTEモードにおけるRF信号の周波数を設定を出る。

[0231]

[0227]このように、所留のchの光信号を分岐・ 挿入する前に、そのchを分岐・挿入するRF信号の周 被数を探すのて、温度変化などによるRF信号の周波数 シフトを補償することができる。さらに、TEモードを TMモードと入れ替える最適なRF信号の周波数とTM モードをTEモードに入れ替える最適なRF信号の周波数とTM モードをTEモードに入れ替える最適なRF信号の周波数とTM エードをTEモードに入れ替える最適なRF信号の周波数に 数とは、互いに異なるが、このような構成とすることに より、各モードに対し異なる周波数のRF信号を印加し て細かい調整をすることができるから、第3の実施形態 におけるOADM装置は、正確に特定被長の光信号を分 岐・挿入することができる。

[0228] ここで、光伝送路において偏光がゆっくり 3回転している場合、すなわち、AOTF制御CPU19 1がRF信号額171、180に周故数のデータを送信してその周波数に対するA/D190の出力値を得る時間よりも個光がゆっくり回転している場合には、A/D190の出力値ではなく、A/D187、188の出力値を使用することにより、より正確にTMモードにおけるRF信号の周波数と選択数長との関係およびTEモードにおけるRF信号の周波数と選択数長との関係およびTEモードにおけるRF信号の周波数と選択数長との関係およびTEモードにおけるA

[0229] この場合には、#80から#82において、A/D1900出力値の代わりにA/D1870出力値とA/D1880出力値との平均値を用いる。そして、#83において、TMモードに対する最大値を判別する場合には、A/D1900出力値を用い、#84において、TEモードに対する長大値を判別する場合には、A/D1900出力値を用い、#84において、TEモードに対する長大値を判別する場合には、A/D1900出力値の代わりにTMモードのA/D1870出力値を用いる。このようにしてAOTF制御CPU191は、#80から#86までの制御をすることにより

の関係およびTEモードにおけるRF信号の周波数と選 択波長との関係を算出することができる。

10230] こなように分岐光信号をPBS184によって各モードごとに分離光信号をPBS184によって各モードごとに分離するので、第10光導鼓路172を進行する光信号とRF信号をの相互作用をより厳密に判別することができる。第20光導数路173を進行する光信号との相互作用をより厳密に判別することができる。このため、第30実施形態におけるOADM装置は、より正確に特定数長の光信号を分岐・挿入することができる。

【発明の効果】請求項1ないし請求項13に記載の発明では、光を分岐・挿入する前にその温度におけるRF信号の周波数と違収改長との関係を判別するから、温度変化や程年変化などが生じても所定故長の光を分岐・挿入することができる。特に、請求項8に記載の発明では、第10光導故路と第2の光導波路とにRF信号を個別に周数数を変えて印加することができるので、所定故長の光を分岐・挿入するために微妙な調整を行うことができ

8

[0232] また、請水項9、10に配載の発明では、第1の光導放路を進行する光とRF信号との相互作用および第2の光導被路を進行する光とRF信号との相互作用を個別に調べて、第1の光導被路と第2の光導被路とにRF信号を個別に周波数を変えて印加することができるので、所定波長の光を分岐・挿入するために微妙な調整を行うことができる。

[0233] 請求項14に記載の発明では、所定設長の 光信号を充分に遮断することができるので、RF信号の 周故数と選択故長との関係をスキャンして判別する間光 信号を光伝送路などに送出することがない。このため光 伝送路を伝送する光信号にクストークなどの影響を与 えることがない。請求項15ないし請求項17に記載の 発明では、WDM光信号を分歧・挿入する前にその直度 におけるRF信号の周波数と選択យ長との関係を判別す るから、温度変化や経年変化などが生じても所定波長の 光を分岐・挿入することができる。

[0234] 請求項18、19に記載の発明では、請求 40 項1または請求項2に記載の可変波長避択フィルグを利 用することによってスペクトルモニタを実現することが できる。請求項20に記載の発明では、請求項1または 請求項2に記載の可変波長選択フィルタを利用すること によってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOADM 装置を実現することができる。

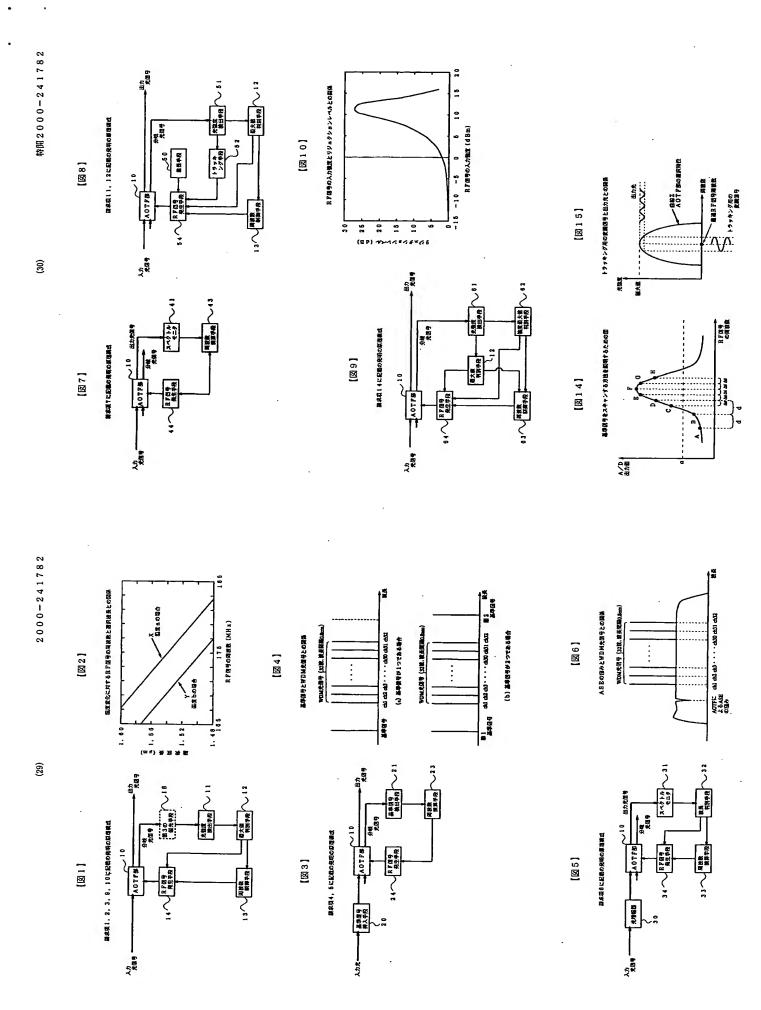
[図面の簡単な説明]

【図1】 請求項1,2,3,9,10に記載の可変波長 選択フィルタの原理構成を示す図である。

【図2】温度変化に対するRF信号の周波数と選択波長50 との関係を示す図である。

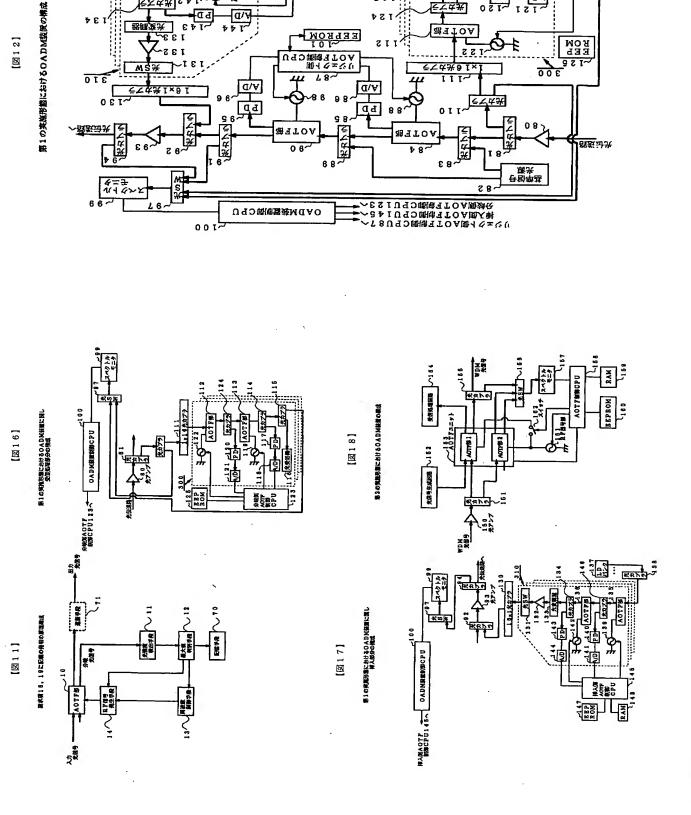
E.	ì		75
この3】 静水頂 4 5に記載の可容被帯離れフィルタの		4	24.34.44.54 RF信号降牛手段
7回十川な世典			30年出版
京田寺文名から 2000。 11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1			おりと西に十次中華では、十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二
【図4】基準信号とWDM光信号との関係を示す図であ		20	基準信号排入手段
5°	••	2 1	号檢出手段
【図5】請水項6に記載の可変改長選択フィルタの原理	•	23,	33、43、63 周波数領算手段
構成を示す図である。	•	3 0	光増幅器
【図6】ASEの엽みとWDM光信号との関係を示す図	•••	31,	41 スペクトルモニタ
である。	•••	3 2	被長判別手段
【図7】請水項7に記載の可変波長選択フィルタの原理	•	2 0	重量手段
構成を示す図である。	2	2 2	トラッキング手段
【図8】請水項11, 12に記載の可変波長選択フィル	Ī	2 9	強度最大值判別手段
タの原理構成を示す図である。	•-	0 2	記憶手段
【図9】請水項14に記載の可変波長選択フィルタの原		7 1	遊斯手段
理構成を示す図である。	~	8 0	光アンプ
【図10】 R F 信号の入力強度とリジェクションレベル	~	8 2	基準信号頭
との関係を示す図である。	~	83,	89 光カプラ
【図11】請求項18, 19に記載のスペクトルモニタ	~	84,	90, 112, 113, 135, 136 AOT
の原理構成を示す図である。		起	
【図12】第1の実施形態におけるOADM装置の構成	~	85,	95, 117, 120, 140, 143, 18
を示す図である。	20	5, 1	86, 189 PD
【図13】第1の実施形態におけるOADM装置に関	~	8 7	リジェクト側AOTF制御CPU
し、リジェクト部分の構成を示す図である。	~	88,	98, 119, 120, 139, 142, 16
【図14】 基準信号をスキャンする方法を説明するため		1, 1	71、180 RF信号源
の図である。	٠.	99,	157 スペクトルモニタ
【図15】トラッキング用の変調信号と出力光との関係		100	OADM装置制御CPU
を示す図である。		101	, 125, 147, 160, 192 EEPRO
【図16】第1の実施形態におけるOADM装置に関	~	×	
し、受信処理部分の構成を示す図である。		123	分岐側AOTF制御CPU
【図17】第1の実施形態におけるOADM装置に関		131	光SW
し、挿入部分の構成を示す図である。	30	145	挿入側AOTF制御CPU
【図18】第2の実施形態におけるOADM装置の構成		4 8	, 159 RAM
を示す図である。		151	光カプラ
【図19】第3の実施形態におけるOADM装置の構成			
を示す図である。		5 3	Ľ.
[図20] 従来のAOTFの構成を示す図である。	_	154,	182
【図21】AOTFを用いたOADM装置の第1の基本		158,	、191 AOTF制御CPU
構成を示す図である。		6 2	スイッチ
【図22】AOTFを用いたOADM装置の第2の基本		172	第1の光導波路
構成を示す図である。		173	第2の光導破路
【符号の説明】	40	174	, 179 IDT
10 AOTF		1 7 5	第1のSAWガイド
11、51、61 光強度検出手段	_	9 1 1	, 177, 184 PBS
12 最大值判別手段		1 7 8	第2のSAWガイド
13 周波数制御手段			

り、TMモードにおけるRF信号の周波数と選択波長と



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

[図12]



MAR

EEP MEEP

ı s

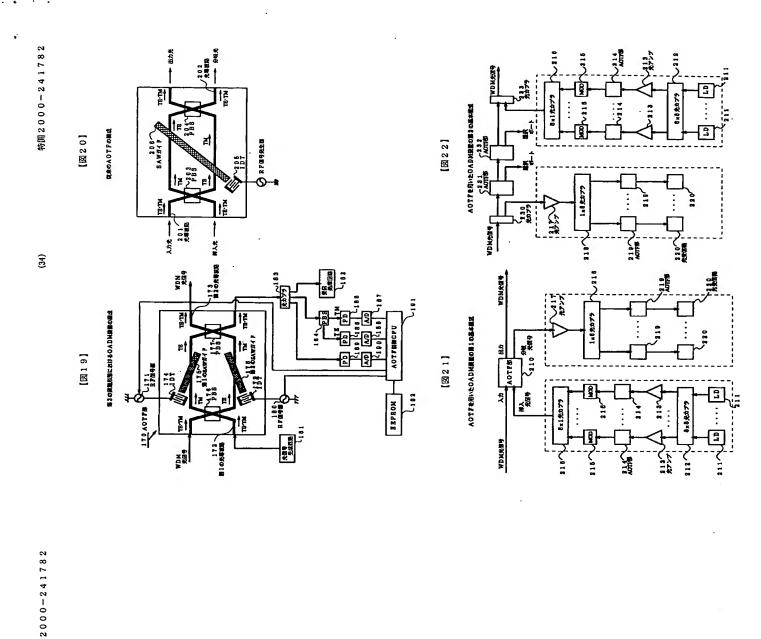
神人心 AOTF 耐御 CPU

數旬受米 8 I I

会校便 AOTF 時間 CPU

EEP FEP 126

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/



うりょう r 宮 A O T F 創御 C

68

ROTF部

0 6

OAD概能置数MGAO

001

α/A

AOTF部

8 3

ルジェクト例AOTFも随CPU

导函型基 原光

第1の実施形態におけるOADM装置に関し リジェクト部分の構成

[図13]

(33)

フロントページの統治

(72)発明者 齊藤 芳広 神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9 号 富士通ディジタル・テクノロジ株式会

(72)発明者 久保寺 和昌

神奈川県徴浜市港北区新徴浜2丁目3番9 号 - 富士通ディジタル・テクノロジ株式会 社内

EB23 FA03 FA04 HA07 KA06 5K002 BA02 BA04 BA05 CA05 CA13 DA02 EA05 FA01 Fターム(参考) 2H079 AA04 AA12 BA02 CA07 EA05

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/